



Universidade de Aveiro

Departamento de Comunicação e Arte



Universidade do Porto

Faculdade de Letras

2014

**MÁRIO JORGE
RODRIGUES MARTINS
VAIRINHOS**

**ARTEFACTOS TANGÍVEIS E ADAPTÁVEIS NO
AMBIENTE DOMÉSTICO**



U.PORTO

Universidade de Aveiro Departamento de Comunicação e Arte

Universidade do Porto Faculdade de Letras

2014

**MÁRIO JORGE
RODRIGUES MARTINS
VAIRINHOS**

**ARTEFACTOS TANGÍVEIS E ADAPTÁVEIS NO
AMBIENTE DOMÉSTICO**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Informação e Comunicação em Plataformas Digitais, realizada sob a orientação científica do Doutor Óscar Emanuel Chaves Mealha, Professor Associado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro, e a co-orientação da Doutora Maria de Fátima Teixeira Pombo, Professora Associada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e na Universidade de Leuven (KUL)

Dedico este trabalho às “minhas” Alexandra e Mafalda.

o júri

presidente

Reitor da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Armando Manuel Barreiros Malheiro da Silva
professor associado da Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Prof. Doutor Óscar Emanuel Chaves Mealha
professor associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Maria de Fátima Teixeira Pombo
professora associada convidada da University of Leuven (KUL)

Prof. Doutor Licínio Gomes Roque
professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

Prof. Doutora Graça Rocha Simões
professora Auxiliar da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa

Prof. Doutor Pedro Miguel dos Santos Beça Pereira
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Uma palavra especial de apreço aos meus orientadores pelo incentivo, paciência, disponibilidade e sapiência oferecidos ao longo deste trabalho de investigação. À minha família, aos meus amigos e aos meus colegas do Departamento de Comunicação e Arte. A José Beleza Moreira pelo apoio e revisão do texto. Aos participantes e respectivas famílias que integraram o estudo empírico. Ao sofá do Nuno Dias. A todos aqueles que me incentivaram e me apoiaram ao longo deste caminho, o meu profundo agradecimento.

palavras-chave

Interfaces, media tangíveis, Interação Humano-Computador, Realidade Aumentada, ambiente de interação doméstico, adaptabilidade, computação física, fenomenologia da interação

resumo

Recentemente assistimos a uma evolução da relação do Homem com a tecnologia, em larga medida acompanhada por novos modelos de interação que modificam a forma de conceber os artefactos e constroem novos contextos de uso. Procuramos investigar, na presente tese, uma das abordagens emergentes, o universo dos media tangíveis, articulando a perspectiva do design da tecnologia orientada para a *Human-Computer Interaction (HCI)*, com a dimensão social, cultural e estética no uso da tecnologia.

Os media tangíveis, ao contrário do que sucede com os conteúdos digitais convencionais, têm espessura e expressão física e, porque são dotados de um corpo que habita o espaço das disposições físicas, estão sujeitos à acção do mundo cultural e das práticas sociais que regem os demais objectos físicos que podemos encontrar no nosso quotidiano. Esta nova relação com a tecnologia digital obrigará as disciplinas que se encontram mais próximas do desenvolvimento tecnológico, tais como o Design de Interação e a HCI, a abrirem-se aos contributos e abordagens das ciências humanas. Admitindo que a natureza subjacente ao processo da adaptabilidade no ambiente doméstico altera o equilíbrio da relação entre o design e o uso da tecnologia, julgamos ser essencial o desenvolvimento de uma fenomenologia da interação.

Por outro lado, a adaptabilidade dos media tangíveis apresenta um conjunto de dificuldades, não apenas de ordem técnica, mas também de natureza conceptual, que têm dificultado o desenvolvimento e a implementação no terreno de tecnologias personalizáveis. Um dos objectivos da presente tese consiste em investigar um quadro conceptual capaz de enquadrar o fenómeno da adaptabilidade dos media tangíveis, e desenvolver uma tecnologia que possa servir de objecto a um estudo empírico com base numa abordagem etnográfica.

keywords

Tangible User Interface, Augmented Reality, Human-Computer Interaction, Domestic Environments, phenomenology of interaction.

abstract

The present thesis will research the phenomenon of an emerging approach, the universe of Tangible Media, in the home environment, articulating the perspective of design of technology-oriented Human-Computer interaction with the social, cultural and aesthetic use of technology. For this, it presents a model of interaction - Adaptable Tangible Artifacts (ATA) - based on three structuring concepts: the tangibility of interface, the adaptability at level of use and the discretionarity of the interaction context.

The tangible media, unlike what happens with conventional digital content, have physical expression and they are endowed with a body. This one inhabits the space of physical dispositions and are subject to the action of the cultural and social practices which rules other physical objects present in our everyday lives. This new relationship with digital technology oblige the fields that are related to the technological development, such as Interaction Design and HCI, to open themselves to the contributions and approaches of the social sciences. Assuming that the underlying process of adaptability in home environment changes the equilibrium of the relationship between design and use of technology, we believe it is essential to develop a phenomenology of interaction.

Moreover, the adaptability of the tangible medium presents a number of difficulties, not only technical but also conceptual nature, which have hindered the development and implementation of technologies in the practical field. One objective of this thesis is to investigate a conceptual framework for the phenomenon of adaptability of tangible media and develop a technology that can serve as an empirical ethnographic study.

Sumário

Introdução.....	1
Parte I. Enquadramento Teórico.....	5
Capítulo1 - Os media tangíveis.....	7
1.1 O quadro conceptual dos media tangíveis.....	9
1.1.1 Da interface gráfica à interface tangível.....	10
1.1.2 Graspable User Interfaces.....	12
1.1.3 O conceito de affordance.....	14
1.1.4 Tangible User Interfaces – o mundo como interface.....	19
1.2 Os mundos virtuais.....	21
1.2.1 A Realidade Aumentada.....	24
1.2.2 O processo de Registration	27
1.2.3 Sistemas de Visualização.....	30
1.2.4 Sistemas de Sensoriamento.....	32
1.3 A noção de adaptabilidade na HCI.....	38
1.3.1 A adaptabilidade e adaptatividade.....	39
1.3.2 Modelização do utilizador e Modelos mentais.....	42
1.3.3 Sistemas personalizados.....	45
1.4 sistemas tangíveis personalizados.....	49
1.4.2 Objectos pessoais do quotidiano.....	50
1.4.3 O projecto Memodules.....	52
Capítulo 2. Sinestesia e Mundos Virtuais.....	55
2.1 Da representação à simulação do mundo.....	60
2.2 A crise da representação.....	63
Capítulo 3 - O problema da intersubjectividade.....	67
3.1 A abordagem fenomenológica.....	67
3.1.1 O Horizonte de intencionalidade.....	70
3.1.2 Empatia e cultura.....	72
3.1.3 A abordagem da fenomenologia sociológica – a representação do Outro em mim.....	75

3.2 A teoria da intersubjectividade de Schutz.....	78
3.3 As modalidades da experiência.....	81
3.3.1 Experiência tradicional e a experiência moderna.....	82
3.3.2 A experiência originária.....	84
3.3.3 A experiência pós-moderna.....	85
3.3.4 Intersubjectividade no mundo contemporâneo	88
3.3.5 A Interobjectividade.....	93
Capítulo 4 – Interactividade.....	97
4.1 Modelos de comunicação.....	98
4.1.1 O modelo de Shanon-Weaver.....	98
4.1.2 O modelo de Lasswell.....	101
4.1.3 Modelos de comunicação lineares.....	103
4.2 A teoria Sociológica da domesticação tecnológica	105
4.2.1 A apropriação.....	106
4.2.2 A Objectização.....	107
4.2.3 A Incorporação.....	108
4.2.4 A conversão	109
4.3 Fenomenologia da interacção.....	109
4.3.1 Computação social.....	110
4.3.2 Fundamentos da interactividade	114
4.4 Abordagem etnometodologia na HCI de Suchman.....	119
4.4.1 O modelo da Acção Planeada.....	121
4.4.2 teoria da Acção Situada.....	123
4.5 A teoria da Interactividade Incorporada de Dourish.....	128
4.5.1 A matriz intersubjectiva da interação incorporada.....	130
4.5.2 Intencionalidade e acoplamento nos sistemas interactivos	132
4.5.3 Implicações para o Design.....	136
Capítulo 5 – A tecnologia tangível adaptável e questões de investigação...147	
5.1 Ambiente de interação.....	148
5.2 Estratégias de criação do artefacto	149
5.3 Modelos Mentais.....	150

5.4 Mapping.....	151
5.5 ATA – Artefactos Tangíveis Adaptáveis.....	153
Capítulo 6. Metodologia e técnicas de investigação.....	159
6.1 Caracterização do ambiente doméstico.....	160
6.2 Abordagens ao design da tecnologia no ambiente doméstico.....	164
6.2.1 abordagem etnográfica e a experiência do quotidiano.....	165
6.2.2 Os limites da abordagem etnográfica.....	168
6.2.3 Technological Probes (TP).....	170
6.2.4 Cultural Probes (CP).....	173
6.2.5 Design Patterns.....	175
6.3 Propriedades do ambiente doméstico.....	177
6.3.1 Disposição física e controlo.....	177
6.3.2 Ambiente de interacção discricionário.....	179
6.4 Proposta de trabalho.....	181
6.4.1 Desenvolvimento do sistema ATA.....	183
6.4.2 Planificação do trabalho de campo.....	185
6.4.3 Técnicas de recolha de informação.....	190
6.4.4 Experiência piloto.....	196
Conclusão.....	197
Parte II - Artefactos Tangíveis Adptáveis - estudo empírico.....	199
Capítulo 1. Modelo conceptual ATA.....	201
1.1 Da interface ao artefacto	201
1.1 Interface e Artefacto.....	203
1.1.1 Interfaces Tangíveis.....	208
1.1.2 A interobjectividade da Interface Tangível.....	210
1.2 Artefactos tangíveis.....	214
1.3 O artefacto adaptável e o desaparecimento da interface	216
1.3.1 Invisibilização.....	217
1.3.2 Plano intersubjectivo unificado.....	218
1.4 Modelo mental dinâmico.....	220
1.5 estratégias de fabrico de artefactos adaptáveis.....	225

1.5.1 Avaliação do processo de design e do modelo mental.....	230
1.5.2 Avaliação do uso efectivo.....	234
1.5.3 Avaliação do modelo conceptual.....	235
Capítulo 2. Desenvolvimento da tecnologia ATA.....	239
2.1 Design Funcional.....	239
2.1.1 Reprodutor de Media Tangível (RMT).....	240
2.1.2 Requisitos funcionais.....	248
2.2 Design Técnico.....	250
2.2.1 Requisitos técnicos.....	250
2.2.2 Arquitectura de sistema.....	264
2.2.3 ATA tag.....	266
2.2.3 O Módulo de backoffice.....	278
2.2.4 A aplicação ATA Server.....	283
2.3 O Sistema gestual ATA.....	285
Capítulo 3. Testes com utilizadores no ambiente doméstico.....	289
3.1 Processo de selecção.....	289
3.2 Descrição do trabalho de campo.....	291
3.2.1 Sessões introdutórias.....	292
3.2.2 Teste piloto.....	294
3.3 Avaliação do teste experimental do João.....	296
3.3.1 Descrição do ambiente doméstico e caracterização do participante..	296
3.3.2 O processo de design.....	299
3.3.2 Análise do uso.....	303
3.4 Avaliação do teste experimental da Mariana.....	308
3.4.1 Descrição do ambiente doméstico e caracterização do participante..	309
3.4.2 O processo de design.....	311
3.5 Avaliação do modelo conceptual.....	315
3.6 Análise crítica.....	319
Conclusão.....	321
Referências Bibliográficas.....	325
Apêndice 1.....	346

Apêndice 2.....	360
Apêndice 3.....	370
Apêndice 4.....	378
Apêndice 5.....	386
Apêndice 6.....	394
Apêndice 7.....	408
Apêndice 8 (DVD ROM).....	416
Apêndice 9 (DVD ROM).....	418
Apêndice 10 (DVD ROM).....	420

Índice de imagens

Figura I.1 - Projecto Sandscape.....	8
Figura I.2- VT100, 1978 (DEC Video Systems).....	10
Figura I.3 - Xerox Star System, 1981.....	12
Figura I.4 - URP, Urban Plan Simulation, MIT.....	13
Figura I.5 - Affordance.....	16
Figura I.6 - Modelo conceptual Tangible Bits.....	19
Figura I.7 - Abacus.....	21
Figura I.8 – Virtual Continuum	22
Figura I.9 - Real vs Virtual.....	23
Figura I.10 - Projecto EyeMagic.....	25
Figura I.11 - Protótipo de AR da BMW.....	26
Figura I.12 - Projecto ARTHUR.....	30
Figura I.13 - Óculos AR AddVisor 150.....	31
Figure I.14 - visual marker.....	34
Figura I.15 – Road Sign Pedestrian Navigation.....	37
Figura I.16 - Modelos conceptuais.....	43
Figura I.17 - Modelo da plasticidade.....	47
Figura I.18 - Player Memodules.....	53
Figura I.19 - Modelo de Shannon e Weaver.....	99
Figura I.20 - Modelo de comunicação de Lasswell.....	102
Figura I.21 - Modelo de processamento informacional humano.....	113
Figura I.22 - Percepção que o utilizador tem do computador.....	115
Figura I.23 - Reprodutor de media.....	154
Figura I.24 - Interface tangível de um blog.....	155
Figura I.25 - cenários hipotéticos de uso da tecnologia ATA.....	156
Figura I.26 - Sistema ATA.....	157
Figura I.27- Factores que condicionam o ambiente doméstico.....	163
Figura I.28 - Exemplo de apropriação da tecnologia.....	166
Figura I.29 - Opening up the Family Archive.....	167

Figura II.1 - Interface.....	204
Figura II.2 - TUI.....	209
Figura II.3 - Plano intersubjectivo unificado.....	218
Figura II.4 - Modelo mental dinâmico.....	221
Figura II.5 - Reprodutor de Media Tangível.....	241
Figura II.6 - modo de funcionamento do RMT.....	242
Figura II.7 - Diagrama de blocos RMT.....	243
Figura II.8 - Interface gráfica do RMT.....	244
Figura II.9 - controle de função lógica do volume.....	245
Figura II.10 - CHR 6d, Digital Inertial Measurement Unit.....	258
Figura II.11 - Visão geral do sistema ATA.....	265
Figura II.12 - Arquitectura da ATA tag.....	269
Figura II.13 - Circuito lógico ATA tag	274
Figura II.14 – Fase de desenvolvimento da ATA tag.....	275
Figura II.15 – rotina de teste de consumo da ATA tag.....	276
Figura II.16 – processo de fabrico da PCI e montagem.....	277
Figura II.17 – Aspecto final da etiqueta.....	278
Figura II.18 – Modelo mental do processo de personalização.....	279
Figura II.19 – Editor de toques.....	281
Figura II.20 – A Interface gráfica do backoffice.....	282
Figura II.21 – Participantes do estudo expondo o modo de funcionamento do seu objecto	285
Figura II.22 – gestos predominantes.....	286
Figura II.23 – sistema gestual do sistema ATA.....	287
Figura II.23. Kit de tecnologia ATA.....	293
Figura II.24 - Planta esquemática da casa de João e Maria.....	297
Figura II.25 - Vista da casa de João e Maria.....	298
Figura II.26 - Vistas do cubo TV, construído pelo João.....	300
Figura II.27- A presença humana.....	304
Figura II.28 - Frequência diária da interação com o Cubo TV.....	307
Figura II.29 - Vista em planta da casa da Mariana.....	309

Figura II.30 - Candeeiro com notificação do estado do tempo.....	312
--	-----

Índice de quadros

Quadro 1: Etapas do estudo empírico.....	182
Quadro 2: Duração dos procedimentos de um teste no ambiente doméstico.....	189
Quadro 3: Dimensão interobjectiva.....	213
Quadro 4: Análise das estratégias de construção do artefacto adaptável.....	228
Quadro 5: Dimensões e indicadores do processo de design.....	230
Quadro 6: Dimensões e indicadores empíricos relativos ao uso do artefacto.....	234
Quadro 7: Análise comparativa das tecnologias de reconhecimento gestual.....	251
Quadro 8: Objectos digitais actualmente disponíveis no sistema ATA.....	284
Quadro 9: Candidatos aos testes experimentais – entrevista informal preliminar.	290

Introdução

Ao longo dos últimos anos, as interfaces tangíveis têm sido desenvolvidas e aplicadas nos mais diversos cenários e contextos de interação. As propriedades únicas deste paradigma de interação, que se manifestam não apenas no plano tecnológico, mas também nos planos simbólico, psicológico, social e cultural, tornaram possível a sua aplicação em áreas onde a computação convencional não se adequaria, ou não seria possível concretizar. Por essa razão, e também pelos recentes desenvolvimentos tecnológicos que têm produzido uma crescente miniturização dos dispositivos digitais, a sua popularidade tem vindo a aumentar na comunidade da Human-Computer Interaction (HCI) e do Design de Interação.

Já o processo de personalização do *software*, quer seja por via da adaptabilidade, quer da adaptatividade, é um tema comumente enraizado e objecto de uma reflexão mais amadurecida no pensamento da HCI. As suas potencialidades e implicações no desenvolvimento de tecnologia são, por isso, melhor conhecidas.

As interfaces tangíveis, contudo, por se basearem nas propriedades do mundo

físico, são por natureza altamente especializadas e difíceis de adaptar, e por esse motivo, poucos avanços têm sido produzidos nesta área. A adaptabilidade dos media tangíveis apresenta dificuldades e desafios relevantes, não apenas ao nível do desenvolvimento de tecnologias, como igualmente ao nível da sua conceptualização.

O objectivo deste trabalho consiste em identificar os desafios e dificuldades subjacentes ao fenómeno da adaptabilidade, nos media tangíveis, e investigar soluções ao nível tecnológico e conceptual.

Este trabalho de investigação está dividido em duas partes. A primeira parte é dedicada à descrição e enquadramento teórico do objecto de estudo, bem como à fundamentação da abordagem metodológica. Na segunda parte do documento, no estudo empírico, é apresentado o desenvolvimento da tecnologia e a avaliação dos testes experimentais no ambiente doméstico.

O objectivo do capítulo 1, num primeiro momento, consiste em enquadrar teoricamente o tema dos Media Tangíveis e os conceitos operatórios no âmbito do Design de interação e da Computação Humano-Computador. Conceitos esses que serão referidos e aplicados ao longo da tese. A parte final do capítulo será dedicada a apresentar o estado da arte relativo ao tema dos media tangíveis, bem como uma descrição dos principais projectos relacionados com a implementação da adaptabilidade.

O capítulo 2 inicia-se com a noção de Sinestesia e uma breve abordagem ao pensamento de alguns autores que trataram o tema no âmbito da cibercultura, e produziram uma reflexão teórica sobre a problemática da mediação tecnológica. Parece-nos fundamental questionar os media tangíveis, os Mundos Virtuais e a Arte Digital, alargando o debate ao contexto da cultura e da arte, incluindo os contributos de Kerkhove, Baudrillard, Flusser ou Edmont Couchot, entre outros. Interessa-nos compreender as implicações resultantes do problema da simulação sinestésica por via da tecnologia digital.

Ao longo do terceiro capítulo iremos apresentar e desenvolver o conceito de Intersubjectividade, fundamental para a compreensão do nosso modelo

conceptual, que tem por objectivo reposicionar a centralidade dos media tangíveis, do conceito de interface para o conceito de artefacto. A Intersubjectividade surge relacionada, no plano epistemológico, com a questão de como integramos a experiência do Outro na nossa própria experiência. A abordagem fenomenológica assume, aqui, um papel determinante para compreender os aspectos subjacentes ao problema da comunicação da experiência. Assim, destacaremos a importância do contributo de Husserl e da crítica subsequente levada a cabo por Schutz, que estabilizou o conceito no âmbito da fenomenologia sociológica. Por fim, confrontaremos a visão de Adriano Duarte Rodrigues sobre os mundos da experiência e suas modalidades, com a crítica da experiência pós-moderna de Lyotard e Levy.

No quarto capítulo apresentaremos o pensamento de Dourish e de Suchman, que de forma sistemática e formal introduziram as abordagens etnometodológicas e fenomenológicas no âmbito da HCI. Também neste capítulo procuraremos compreender como as ciências da comunicação perspectivam a questão da tecnologia, nas esferas cultural e social. Para tal, descrevemos a teoria de Domesticação da Tecnologia, da autoria de Silverstone.

No quinto capítulo serão apresentadas as questões de investigação e serão descritos cenários hipotéticos de adaptabilidade no ambiente doméstico.

O sexto capítulo é dedicado à abordagem metodológica e à descrição da técnicas de investigação. Na primeira parte, procura-se fundamentar as razões que motivaram a escolha do ambiente doméstico. Em seguida, debateremos, no âmbito do Design de Interação, as principais abordagens metodológicas, que têm como objectivo avaliar e estudar o impacto de uma tecnologia directamente no próprio ambiente de interacção.

Na segunda parte do documento, ao longo do primeiro capítulo, é proposto o modelo conceptual que tem por objectivo fornecer um quadro de análise que enquadre a avaliação dos teste experimentais.

No segundo capítulo é documentado todo o processo de desenvolvimento tecnológico, organizando-se em torno do Design Funcional, do Design Técnico, e dos protótipos que foram desenvolvidos ao longo do processo.

O terceiro e último capítulo descreve o processo de implementação dos testes experimentais. A última parte é dedicada à discussão de resultados e ao processo de avaliação do estudo empírico.

A tese termina com o capítulo das conclusões, no qual se apresenta uma análise crítica abordando os aspectos técnicos, teóricos e metodológicos. Ainda neste último ponto será apresentada uma visão sobre a continuidade e evolução futura desta linha de investigação.

Os materiais produzidos pelas técnicas de investigação ao longo do estudo empírico, bem como os materiais de apoio às experiências, estão disponíveis em apêndice no final do documento. Os últimos três apêndices são constituídos pelo código-fonte e pelos conteúdos em formato digital, relativos aos sistemas e tecnologias desenvolvidos no contexto deste trabalho de investigação, e estão disponíveis para consulta no DVD ROM¹ que acompanha o documento.

¹ O conteúdo do DVD está também disponível a partir do seguinte endereço electrónico; <https://www.dropbox.com/sh/aqm3isce1v9uxdo/KI9dudaH32>.

Parte I. Enquadramento Teórico

Capítulo1 - Os media tangíveis

O paradigma de interacção dos media tangíveis, teoricamente integrado na *Human-Computer Interaction* (HCI) nos *Virtual Environments*, é uma abordagem relativamente recente na história do design da tecnologia. Porém, este novo modo de conceber e compreender as *interfaces* que se interpõem entre os mundos virtuais, os espaços de simulação digital e o sujeito da interacção, não pode nem deve ser circunscrito a uma visão estritamente tecnológica, geralmente de carácter determinista. A mediação tecnológica não é neutra, nem a experiência que resulta das tecnologias de simulação digital são exclusivamente determinantes dessa mesma experiência. Por outro lado, na HCI a dependência teórica em torno do noção de interface tem tendência para objectificar o utilizador, arrancando-o da esfera da cultura e, portanto, da intersubjectividade.

As abordagens emergentes do design de tecnologia, nos últimos 30 anos, apontam para uma mudança nos modos de ver e conceber a relação Humano-Computador. A emergência dos Mundos Virtuais (Realidade Virtual e a Realidade

Aumentada), dos Média Tangíveis, da Computação Ubíqua e do *Contextual Design*, escondem todo um ideal que se pode traduzir pelo conceito de *não-mediação*. A procura de estratégias que visam ocultar a tecnologia, tornar as interfaces mais “naturais”, do ponto de vista humano, é claro e permite-nos antever o seu “desaparecimento” na mediação do sujeito com o mundo (seja ele um mundo virtual ou real).

Os media tangíveis são Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que abdicam do modelo de interacção convencional consubstanciada pelo uso do computador pessoal, do rato, do teclado e do visor. Integram a família do Mundos Virtuais em toda a sua estratégia de incorporação das propriedades do mundo real expressas, quer ao nível do seu modo de funcionamento, quer pela sua aparência, diluindo as esferas do real e do virtual num único espaço da experiência humana.

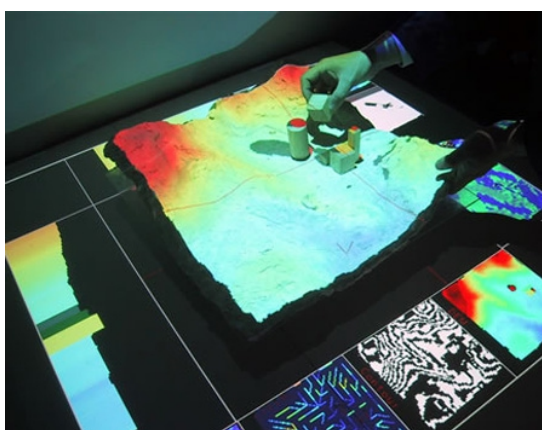


Figura 1.1 - Projecto Sandscape, MIT. (Wang, Biderman et al., 2002). A abordagem do modelo conceptual dos media tangíveis aplicada a uma simulação por computador cujo a interface consiste em manipular objectos físicos reais, tais como a areia e sólidos geométricos de madeira.

A incorporação da interactividade digital nos objectos físicos quotidianos têm, no contexto da relação humano-computador, por finalidade ocultar os mecanismos tecnológicos e libertar o sujeito da interacção das suas convenções técnicas, inerente à máquina. A aproximação ao universo cognitivo do utilizador

realiza-se, na abordagem do media tangíveis, apelando ao conhecimento que este possui sobre o meio que o rodeia, conhecimento esse que foi adquirido ao longo da sua vida através do processo *natural* de adaptação ao mundo físico.

A estratégia presente no modelo de interactividade proposto pelos media tangíveis assenta no ideal de uma mediação *natural* e pode ser igualmente entendido como uma resposta ao sentimento de *desmaterialização* do mundo, fruto do processo mediação tecnológica do fenómeno digital.

1.1 O quadro conceptual dos media tangíveis

Desde a sua origem que o posicionamento das disciplinas que têm por objecto o design e implementação tecnológica (Silverstone e Haddon, 1996) é tradicionalmente marcado por um determinismo tecnológico. A sua perspectiva funda-se numa clara distinção entre a esfera humana e a esfera da tecnológica, e acredita que o pressuposto das relações entre ambas estão contidas exclusivamente na esfera da tecnologia. Este posicionamento tem, do ponto de vista histórico, uma origem. No decorrer da Segunda Guerra Mundial, os investigadores da então denominada *Man-Computer Interaction* compreenderam que face à crescente complexidade das máquinas e equipamentos, seria necessária uma compreensão psicológica do comportamento humano (Grudin 2005).

Esta abordagem, conhecida por *Human-Factors*, procurava eliminar o erro humano (melhorar a eficácia) da interacção com a tecnologia, e tentava incluir o comportamento do utilizador como um factor a ter em conta no design da tecnologia. No entanto, apesar de o incluir como factor, excluía-o dos objectivos da própria tecnologia. Isto é, a tecnologia era desenvolvida com o fim de solucionar um conjunto de problemas nos quais o papel do utilizador estava limitado ao de operador que, conjuntamente com outros factores, faz “funcionar” o sistema ou, se preferirmos, viabiliza o processo do sistema alcançar os fins a que foi predestinado.

1.1.1 Da interface gráfica à interface tangível

Ao longo dos anos 80 assistiu-se, nos sistemas operativos e na generalidade do *software*, a mudanças fundamentais na relação Humano-Computador. Em grande medida impulsionadas pelos avanços tecnológicos do *hardware* que, entre outras, abriu às aplicações informáticas a possibilidade de integrar gráficos e sons que permaneciam até então circunscritos aos dedicados e dispendiosos *mainframes*.



Figura I.2- VT100, 1978 (DEC Video Systems).
O terminal massificado no final da década de 70, tal como os sistemas operativos seus contemporâneos, apresentavam uma linha de comandos. Funcionando como interface homem-máquina, a linha de comandos expunha o utilizador às estruturas que decorriam do funcionamento da máquina.

Ao mesmo tempo, a *Usabilidade* redefinía a disciplina de HCI², e trazia a novidade de incorporar o universo do utilizador nas decisões no desenvolvimento

² *Human-Computer Interaction.*

de *software*. As linhas de comandos foram substituídas pelas metáforas visuais da *secretária*³ que através das tarefas e representações gráficas apelam, pela primeira vez, à experiência do utilizador; ao seu passado; à sua singularidade e ao seu universo cognitivo.

As interfaces gráficas presentes nesta metáfora apropriam-se das suas expectativas na medida em que transferem os processos cognitivos, entretanto adquiridos pelo utilizador ao longo da sua experiência real, com o universo tangível da *secretária*⁴. Desenvolve-se todo um novo paradigma no modo como se concebe o *software*, no qual está patente o esforço em ocultar ao utilizador os processos tecnológicos, interpondo-se a mediação gráfica e todo um conjunto de princípios (Nielson, 1994) que têm por objectivo aproximar o sistema interactivo do seu universo.

Este novo modo de olhar a concepção do *software* trouxe para o interior das ciências de computação o contributo de outras disciplinas que tradicionalmente se posicionam numa maior proximidade do Homem, como são o caso da psicologia cognitiva, da linguagem visual e as ciências da comunicação.

Os *Graphic User Interfaces* (abreviatura GUI) são elementos gráficos a que são associadas funções lógicas determinadas pelo *software*, e que estabelecem uma relação com as interfaces físicas; o rato, o teclado ou outros dispositivos físicos tais como o *joystick*.

Os primeiros GUIs, que ainda actualmente encontramos nos principais sistemas, foram pensados de uma forma sistemática, no início da década de 80, quase simultaneamente⁵, nos laboratórios da *Xerox* e da *Apple*. Os ícones funcionais, como o caixote do lixo, as pastas, as barras de deslocamento e as janelas são exemplos dos principais elementos gráficos que suportam a metáfora.

³ Para uma história da evolução da metáfora da secretária sugere-se o texto de Raymond e Landley (2004).

⁴ "The importance of metaphors lies in their ability to initiate cognitive transfer from one (familiar) knowledge domain to another less familiar one." (Richards et al., 1994, p.73)

⁵ A Apple começa a trabalhar num protótipo baseado na metáfora da secretária e nos GUIs em 1978 e comercializa o seu primeiro sistema operativo (LISA - **Logical Integrated Software Architecture**) em 1983. A Xerox lança no mercado em 1981 aquele que é considerado o primeiro sistema operativo totalmente suportado por uma metáfora de natureza gráfica.

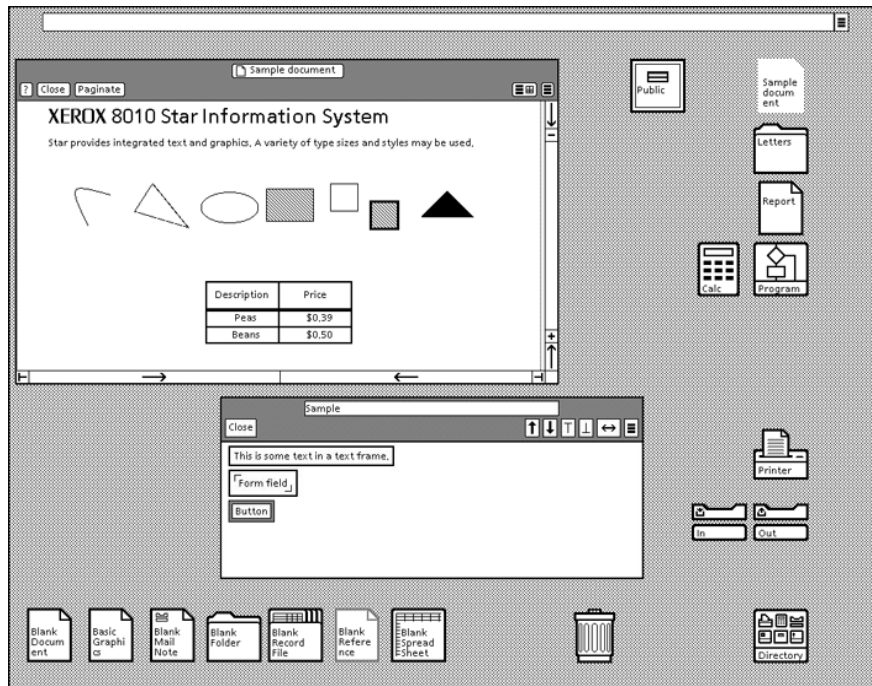


Figura I.3 - Xerox Star System, 1981. O primeiro sistema operativo que baseia o seu modo de interacção nos GUIs. A relação homem-máquina desenvolve-se sobre uma metáfora familiar ao utilizador, aproximando-o deste em prejuízo do da máquina.

1.1.2 Graspable User Interfaces

Mais do que uma ruptura, o conceito de *Graspable User Interface* (GSUI)⁶ surgiu como uma evolução natural do corpo teórico da Usabilidade, e fundando um modelo de interacção que incluía o próprio mundo físico do utilizador. Fitzmaurice compreendeu que a transferência dos processos cognitivos do universo do utilizador seria mais *profunda* e plena, de acordo com a *Usabilidade* então vigente, se eliminássemos a camada de mediação interposta pelo rato e incluíssemos objectos tangíveis manipuláveis pelo utilizador.

Os GUIs convencionais, ainda no caso do rato, permitem um conjunto reduzido de acções, nomeadamente o *Click*, o *Rollover* ou *Drag*. Acresce ainda o facto

⁶ “In the simplest definition, a Graspable User Interface is a physical handle to a virtual function where the physical handle serves as a dedicated functional manipulator. The term Graspable UI refers to both the ability to physically grasp an object (i.e., placing a hand on an object) as well as conceptual grasping (i.e., to take hold of intellectually or to comprehend)”. O conceito de GSUI é teorizado por Fitzmaurice (1996) pela primeira vez no ano de 1996 na sua tese de doutoramento.

dessas acções motoras estarem subordinadas ao constrangimento temporal que o autor designou por *time-multiplexed*. De facto, os diversos GUIs, dispostos no campo visual da aplicação, são acedidos e manipulados sequencialmente no tempo, geralmente através de um único *input-device*, como o rato. (Fitzmaurice, 1996). Este modelo de interacção depende do processo de accionar repetidamente as várias funcionalidades associadas a cada GUI.

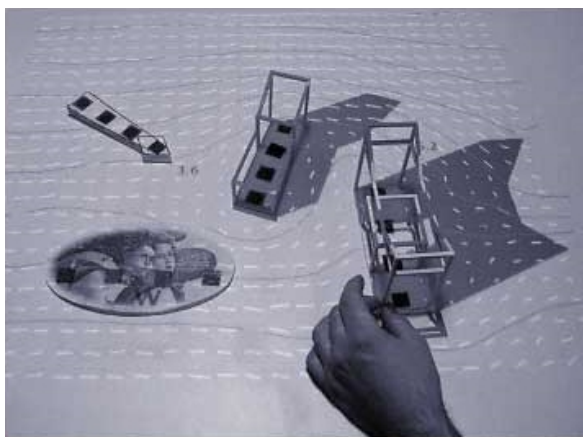


Figura 1.4 - URP, Urban Plan Simulation, MIT. Ambiente interactivo tangível que simula o impacto da sombra dos edifícios e do vento no problema da planificação urbanística. Os edifícios são objectos tangíveis que manipulados directamente pela mão do utilizador controlam, em tempo real, funções na simulação digital e adquirem, desse modo, o estatuto de GSUs (UnderKoffler e Ishii, 1999).

No caso dos GSUIs, o ambiente da exploração interactiva inclui objectos tangíveis que corporizam as funções lógicas (determinadas e controladas pelo *software*), libertando a experiência de utilização da condição *time-multiplexed* para a transformar em *space-multiplexed*. De acordo com esta ideia, a aplicação dispõe, agora, de inúmeros *input-devices* (cada objecto físico) que concorrem simultaneamente na exploração das suas funções lógicas.

Este conceito torna-se claro a partir do exemplo URP. Ishi e Underkoffler (1998;1999) aplicaram as ideias de Fitzmaurice e conceberam um ambiente interactivo cuja interface se baseava em objectos físicos. O projecto destinava-se a auxiliar o processo de planeamento da distribuição geográfica de edifícios ao

longo do território. A simulação permitia aos arquitectos visualizarem, em tempo real, os efeitos dinâmicos do vento e da temperatura no território provocados pela presença dos edifícios.

Os edifícios eram, na realidade, modelos físicos em pequena escala, ainda em projecto, que podiam ser manipulados sobre uma mesa. Tratava-se de um sistema híbrido, na medida em que combinava GUI com o GSUI. Adiante mostraremos que os media tangíveis pertencem à classe da Realidade Aumentada (*Augmented Reality*) na taxonomia dos Mundo Virtuais (Virtual Environments) uma vez que combinam, na maior parte dos casos, elementos físicos com elementos virtuais.

Os modelos dos edifícios (GSUI) eram manipulados como qualquer outro objecto do mundo físico; o operador podia deslocá-los ao longo da mesa, rodá-los explorando várias orientações, removê-los ou adicionando novos. O sistema através de algoritmos de visão por computador (*Computer Vision*), reconhecia a disposição espacial do conjunto de edifícios e projectava as linhas de força do vento, informação da temperatura e sombras virtuais (GUI) sobre a mesa, criando a ilusão que tais elementos gráficos eram igualmente reais. Ao contrário de uma aplicação informática convencional que se desenrola num monitor de vídeo auxiliado por periféricos de *input* convencionais como o rato e o teclado, a aplicação URP transformava os objectos físicos em dispositivos de *input/output*. A modalidade *space-multiplexed* está presente pela possibilidade do utilizador manipular simultaneamente vários objectos no espaço, contrariamente ao que aconteceria na modalidade *time-multiplexed* imposta pela lógica sequencial do rato.

1.1.3 O conceito de *affordance*

A manipulação directa de objectos físicos não requer, em princípio, uma nova aprendizagem por parte do utilizador. De acordo com a abordagem comportamental da psicologia cognitiva, as pessoas desenvolvem ao longo das

suas vidas, num processo de adaptação ao meio, a compreensão para agir sobre o mundo físico que o rodeia. A novidade do conceito de GSUI consiste, precisamente, em aproximar os limites do sistema através da transferência de processos cognitivos que são familiares e conhecidos dos utilizadores.

Esta ideia é apoiada pela actualização do conceito de *affordance* proveniente da psicologia cognitiva, e que propõe a hipótese de os objectos, a partir das suas propriedades visuais, físicas e hápticas, evocarem de um modo *natural* e directo determinadas acções no utilizador.

O conceito originalmente introduzido por Gibson (1979) e, mais tarde, desenvolvido por Don Norman (1988), é central na *ecological approach*, na qual os mecanismos da percepção humana podem ser compreendidos pela adequação do nosso comportamento face aos estímulos externos do meio, contrapondo à abordagem construtivista da psicologia cognitiva.

Norman compreendeu que a aplicação deste conceito ao desenvolvimento de interfaces nos artefactos quotidianos tinha a vantagem de libertar o sujeito da interacção de um conjunto de convenções de natureza técnica, dos quais não poderia ter consciência. Na verdade, a ideia de abstrair o utilizador de todo o modelo conceptual do design de tecnologia e centrar a sua concepção no modelo *mental* do próprio utilizador, a partir do contributo da psicologia cognitiva, esteve na base da teoria da *usabilidade*. No início da década de 1990, o seu contributo inspirou toda uma geração de investigadores na área da Interação Humano-Computador e, mais tarde, esta perspectiva iria dominar a concepção dos novos media digitais então emergentes. Retomaremos mais adiante este assunto, quando surgir a oportunidade de caracterizar o modelo conceptual dos media tangíveis.

O exemplo clássico do conceito de *affordance* é ilustrado pela porta, um sistema interactivo mundano com que nos deparamos no quotidiano de diversas culturas e ao longo de várias épocas. Um problema à primeira vista tão trivial como a concepção de uma porta, suscita diversas questões e transporta-nos para o Norman designou de “psicologia dos materiais” (Norman, 1988).

You are approaching a door through which you eventually want to pass. The door, and the manner in which it is secured to the wall, permits opening by pushing it from its 'closed' position. We say that the door affords (or allows, or is for) opening by pushing (p.87).

Uma porta pode ser aberta ou fechada, não obstante, o mecanismo de abrir ou fechar pode ser realizado de diversas formas; a porta poderá deslizar na horizontal ou na vertical, poderá ser empurrada ou puxada sobre um eixo.



Figura 1.5 Affordance. A *affordance* da maçaneta da porta consiste na relação entre as propriedades do objecto com a percepção no sujeito da acção que este poderá realizar. Neste caso, a forma plástica e volumétrica sugere que o objecto seja accionado pela mão do sujeito e através de um movimento de rotação.

A **affordance** presente na maçaneta (figura 1.5) torna **visível** o processo de funcionamento do sistema daquela porta em particular (a porta roda sobre um eixo e não desliza), sem recurso a convenções adicionais, tais como a sinalética ou um texto de ajuda, tornando perceptível o movimento que o sujeito terá que realizar para agir sobre ela de uma forma *natural* e com o resultado esperado. Por sua vez, o **constrangimento** físico do mecanismo da maçaneta é suficiente para inviabilizar ou restringir outras acções capazes de conduzi-las a um uso errado do sistema, ao mesmo tempo que funciona como um **feedback** da própria acção em causa.

A *affordance*, a *visibilidade*, o *contragimento* e o *feedback* constituem os princípios formais de uma teoria que tem por base o modelo mental do utilizador e a noção de *naturalização* do interface do sujeito com o mundo (e com os media interactivos), traduz-se no seu substrato *ideológico*; “people form mental models through experience, training, and instruction. The mental model of a device is formed largely by interpreting its perceived actions and its visible structure” (p.17).

Tal não significa que determinados ambientes de interacção não estejam livres de processos de aprendizagem formal e recorram exclusivamente à experiência que resulta da interacção natural com o ambiente. São os casos de aplicações não discricionárias, altamente especializadas, subordinadas à circunspecção de determinadas tarefas e acções. Exemplos dessas aplicações requerem que o utilizador seja submetido a uma curva de aprendizagem pronunciada tais como: os operadores de base de dados, as aplicações informáticas para o trabalho de escritório, um instrumento musical ou operar uma máquina complexa. Aqui os princípios da *eficácia* e da *segurança* sobrepõem-se aos referidos anteriormente.

A noção de *affordance*, que na sua substância tem as propriedades físicas dos objectos do mundo real, foi sendo apropriada e aplicada no domínio das *interfaces* gráficas exigidas pela profusão dos novos media interactivos que rapidamente se disseminavam pelos computadores pessoais ao longo da década de 1990. Tais *interfaces* gráficas são na sua essência bidimensionais; tratam-se pois, e por essa razão, de convenções visuais tais como as metáforas que encontramos nas aplicações que correm nos sistemas operativos actuais e de que os GUIs que mencionámos anteriormente são um bom exemplo – a metáfora visual da secretária, os botões, as barras (*sliders*) laterais ou as janelas.

O utilizador, enquanto sujeito da experiência interactiva, é uma entidade do mundo físico e, como tal, pertence ao mundo material assim como os dispositivos de entrada/saída físicos - o rato, o teclado e o visor. Como tivemos oportunidade de investigar num estudo anterior (Vairinhos, 2002), o fenómeno de mediação dos conteúdos digitais (nos computadores convencionais) ocorre em dois planos distintos – um material e um simbólico. Este último consiste nas imagens, textos e

sons que são produzidos pela aplicação interactiva propriamente dita. Entre os dois planos assistimos a uma descontinuidade, ou se preferirmos a uma *descoincidência* de temporalidades – a temporalidade do sujeito, que pode ser de variadas ordens (psicológica, social, perceptiva), e a do plano das imagens que é de natureza simbólica.

No decorrer da experiência interactiva não é fácil o sujeito dar-se conta desta *descontinuidade*, porque o mecanismo que é próprio da *interactividade* procura sincronizar os dois planos através da introdução das *interfaces*. (Nos sistemas de *representação* presentes nos media tradicionais, tais como a fotografia ou o cinema, esta descontinuidade de natureza semiótica é mais evidente – a *história* que é contada na sala de cinema acontece num tempo e num espaço que são distintos das do sujeito)

A intenção do utilizador é expressa por uma acção motora (no rato ou no teclado) que se realiza num espaço físico distinto do espaço “ocupado” pela imagem do visor. Dai a necessidade de uma entidade de natureza gráfica que seja capaz de representar o utilizador no plano de simulação (geralmente o ponteiro do rato e o cursor).

Norman (2004), num ensaio mais recente, apercebeu-se deste problema, o conceito de *affordance*, em rigor, não podia designar as metáforas visuais presentes nos sistemas gráficos bidimensionais, ainda que estes sejam metáforas de objectos e situações do mundo concreto. Dai que recentemente tenha proposto um termo distinto para diferenciar este cenário, “[o conceito de *affordance*] has caught on, but not always with true understanding. Part of the blame lies with me: I should have used the term *perceived affordance*, for in design, we care much more about what the user perceives than what is actually true. What the designer cares about is whether the user perceives that some action is possible (or in the case of perceived non-*affordances*, not possible) [...] where one deals with real, physical objects, there can be both real and perceived *affordances*, and the two need not be the same. In graphical, screen-based interfaces, all that the designer has available is control over perceived *affordances*” (sec 3).

1.1.4 Tangible User Interfaces – o mundo como *interface*

Tangible User Interfaces, (TUI, abreviado) consiste num paradigma de interacção que integra na simulação todo o envolvente físico que rodeia o(s) utilizador(es) (Manovich, 2006), e surge como uma evolução natural do conceito de GSUI. Partindo do projecto pioneiro Bricks⁷ (Fitzmaurice, Ishi e Buxton, 1995), o grupo de investigação *Tangible Media* do MIT propôs, em 1997, uma linha de investigação denominada por Tangible Bits, que tinha por objectivo desenvolver um conjunto de aplicações interactivas capazes de usar o próprio mundo físico enquanto *interface* (Ishii e Ullmer, 1997) e, para tal, articulava a Realidade Aumentada, a *Physical Computing*, os GSUIs e uma arquitectura de sistema baseada no modelo da *Ubiquitous Computing*.

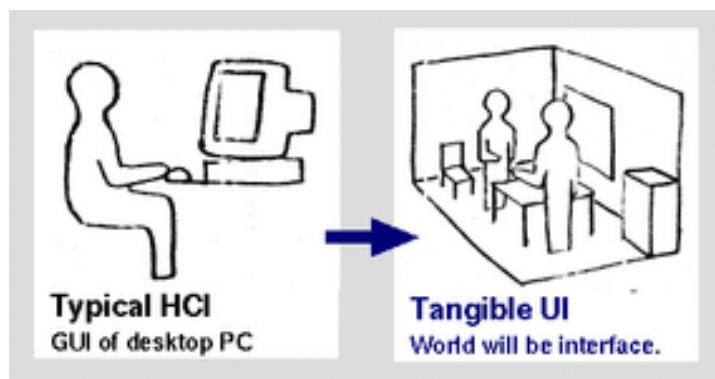


Figura 1.6 - Modelo conceptual Tangible Bits. A incorporação do cenário real que rodeia o utilizador enquanto interface humano-computador define os TUIs.

A originalidade do paradigma dos TUIs reside no facto de protagonizar uma virtualização do mundo e, simultaneamente, uma materialização de entidades virtuais/digitais.

⁷ *Bricks* consistia num conjunto de blocos (GSUIs), semelhantes a peças de LEGO(TM), dispostos sobre uma projecção – a *desktop* – e a sua manipulação física por parte do utilizador permitia controlar funções lógicas atribuídas pelo programa de computador, tais como a rotação, a translação e selecção de elementos gráficos.

A Realidade Aumentada, por si só, consiste em materializar meta-informação, quase sempre de natureza virtual, sobre o mundo físico. Alternativamente, os GSUs virtualizam esse mesmo mundo físico ao incorporá-lo na simulação, pela atribuição de funções lógicas no programa, e com recurso a sistemas de sensoramento digitais. A implementação de *Ubiquitous Computing*⁸ confirma toda uma estratégia de verosimilhança com a experiência do real ao ocultar e tornar invisível os mecanismos de ordem tecnológica.

O modelo de representação-controlo

A noção de *Model-Control-Representation* (MCR)⁹ proposto pelo grupo de investigação *Tangible Media* sintetiza as principais propriedades do novo modelo conceptual (Ullmer e Ishii, 2000):

a) Nas interfaces gráficas, a interacção Humano-Computador pressupõe a clara distinção entre *input-devices* (rato, teclado, *joystick*) e *output-devices* (monitores, projecções, som).

b) Os *input-devices* são mecanismos de controle (e.g. o objecto físico - rato) claramente distintos das representações gráficas que lhe são associados (GUIs).

Porém, os objectos físicos que integram os TUIs são, por um lado, representações de conteúdos digitais, e por outro, são mecanismos de controle de funções lógicas (possibilitam operar os conteúdos digitais) e ainda, dadas as suas *affordances*, constituem-se enquanto representações persistentes do mundo físico. As distinções entre *input-device*, *output device*, representação e controle são eliminadas.

Ullmer e Ishii (2000) tentam captar os principais traços deste mecanismo de integração (representação/controle) com a metáfora do *abacus*: “Tangible interfaces, in the tradition of the abacus, explore the conceptual space opened by the elimination of this distinction” (p. 579) . O exercício que decorre da redução do *Abacus* a uma *interface* torna evidente que as suas partes móveis tanto podem

⁸ O conceito de *Ubiquitous Computing* é proposto originalmente por Weiser (1991).

⁹ Ao model control-representation(MCR) contrapõe-se o *Model-View-Controller* (MVC) subjacente aos projectos baseados nos convencionais GUIs.

ser consideradas como um *input-device* (mecanismo de controle) ou como um *output-device* (representam a informação).

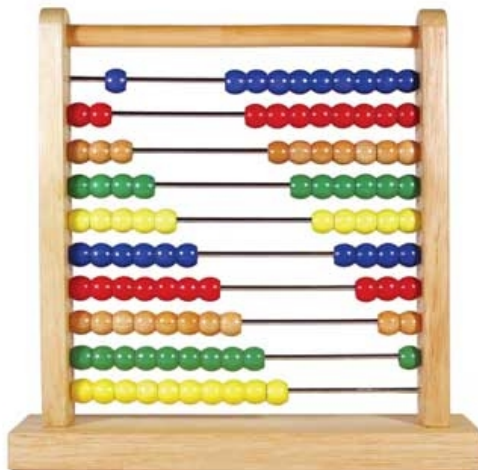


Figura 1.7 - Abacus. O abacus elimina a distinção entre representação e controle da informação. As *contas* são simultaneamente dispositivos de *input* e de *output*. De acordo com Ulmer e Ishi a metáfora do abacus está presente na filosofia de interação do TUIs.

1.2 Os mundos virtuais¹⁰.

Os mundos virtuais consistem em simulações de ambientes reais e/ou virtuais suportados por meios digitais, cujas principais categorias incluem a Realidade Virtual (VR) e a Realidade Aumentada (AR), em que se enquadra a investigação sobre os ambientes tangíveis baseados na aplicação do conceito de TUI.

Para classificar as diversas tecnologias que incorporam o real no processo de simulação, os autores propuseram um *modelo de análise* que evidencia a distinção entre Real e Virtual e que foi, em grande medida, adoptada pela comunidade (Milgram e Kishino, 1995). A figura 1.8 sintetiza uma primeira

¹⁰ Os acrónimos unanimemente difundidos na investigação nesta área têm origem no inglês; Virtual Environments (VR), Mixed Reality(MR), Augmented Reality(AR), Augmented Virtuality(AV) e Virtual Reality(VR). Por essa razão, iremos manter os acrónimos na sua forma convencional e, sempre que possível, apresentaremos a tradução por extenso em português.

taxonomia que se propõe classificar as aplicações de VE a partir das propriedades do modo como visualizamos o mundo.

No extremo do lado esquerdo temos a experiência do real, o modo como exploramos e interagimos com o mundo físico que nos rodeia. Trata-se, pois, de uma situação ideal, já que as aplicações que mais tentam aproximar-se da metáfora da experiência do real nunca a realizam plenamente.

Na Figura I.8 é esquematizada a noção de *Virtual Continuum* que determina o grau de mistura de classes de objectos (reais e virtuais) num sistema de visualização.

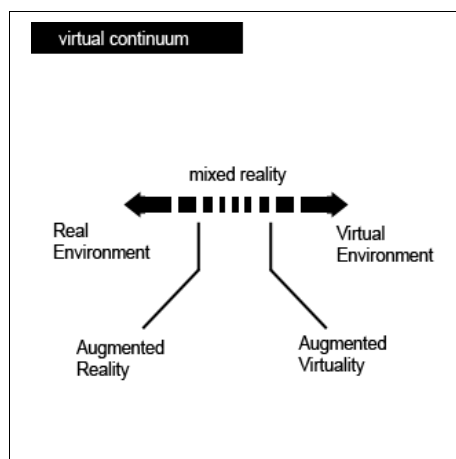


Figura I.8 – Virtual Continuum
adaptado de Milgrami e Kishino
(1994)

O dispositivo de visualização que mais se aproxima do *Real Environment* é o que permite o utilizador olhar directamente o mundo real. No lado oposto temos a imersão total num ambiente virtual que é típico dos sistemas de visualização de RV. Pelo meio temos todo um conjunto de aplicações denominadas por *Mixed Reality*, que tratam o cenário real e virtual de forma híbrida. A *Augmented Reality*, no qual se inserem os TUIs, sobrepõe informação virtual sobre o cenário real. A *Augmented Virtuality* sobrepõe sobre o cenário virtual elementos reais. No *virtual continuum* não existe um critério absoluto que permita definir fronteiras fixas entre os conceitos, apenas qualidades que possam ser relativizadas e sujeitas a comparação.

Os autores defendem que este método de classificar o grau de proximidade com o real ou com o virtual, é demasiado pobre, e não se revela útil para a tomada de decisões sobre o modelo conceptual que a aplicação em questão deverá adoptar. Nomeadamente que tipo de sistema de visualização deverá possuir, que técnicas de sensoriamento deverão ser combinadas ou, ainda, que tipo de algoritmos deverão implementar o processo de registo.

Ao invés, a equipa de investigação deverá procurar responder a três questões sobre a aplicação que pretendem desenvolver. A figura I.9 esquematiza a estrutura tridimensional da análise taxonómica proposta pelos autores.

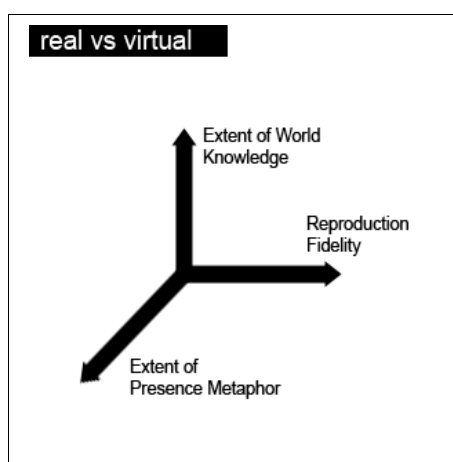


Figura I.9 - Real vs Virtual
adaptado de Milgrami e Kishino (1994)

O eixo **Extend of World Knowledge** define um *continuum* onde se posiciona o sistema sujeito a análise, medindo a sua capacidade em responder à questão *How much do we know about the world being displayed?* ¹¹.

Nos restantes eixos, “Extent of Presence Metaphor” remete para a *unmediated reality* que o sistema interpõe entre ela e o utilizador, enquanto que “*Reproduction Fidelity*” diz respeito ao grau de foto-realismo dos elementos gráficos apresentados.

¹¹ O sistema de RV pressupõe o conhecimento total do mundo que pretende virtualizar através da imersão. Uma das características dos sistemas de AR reside precisamente no desconhecimento físico da realidade que se pretende acoplar e que os sistema, pelo menos em parte, terá de determinar durante o período da simulação.

1.2.1 A Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (AR,) consiste na sobreposição de elementos virtuais nos espaço perceptivo do utilizador criando nele a ilusão de que esses elementos sintetizados são, também eles, reais.

Por oposição à Realidade Virtual (VR) , a Realidade Aumentada não substituí a realidade por um ambiente imersivo e sinestésico, antes combina-os com os elementos reais que rodeiam o utilizador aumentando ou condicionando a percepção que ele tem do cenário real. Na VR o utilizador não observa directamente o cenário real que o rodeia - é imerso num ambiente totalmente sintetizado - embora se pretenda que esse ambiente virtual (geralmente 3D e foto-realista) seja percepcionado como sendo real (Azuma,1997; McDonald, 2003).

Várias definições foram propostas (Auzma, 1997; Dubois, 2000; Valino, 1998; McDonald, 2003), mantendo-se todas elas muito próximas da referência original de Milgram e Kishino¹² que desenvolveram um quadro conceptual para o tema dos Virtual Environments (VE) e de que resultou uma taxonomia que merece, ainda hoje, unânime aceitação.

A principal vantagem face aos interfaces visuais que encontramos nos tradicionais sistemas humano-computador, resulta da capacidade da AR comunicar, mantendo intacta a relação háptica e visual do utilizador com o real. O sentimento de presença no ambiente real que o rodeia e a extensão do conhecimento que este tem desse mesmo cenário, quer por via da adição de elementos virtuais (elementos foto-realistas, meta-informação), quer pela remoção de objectos físicos, traz toda uma nova gama de possibilidades de criação de sentido¹³ para o processo de comunicação.

A AR é uma tecnologia emergente e promissora em diversas áreas tais como a

¹² “[...] Augmented Reality (AR), which refers to all cases in which the display of an otherwise real environment is augmented by means of virtual (computer graphic) objects.” (Milgram e Kishino,1994, sumário)

¹³ Entendido o *sentido* no quadro da Semiótica.

medicina, a manutenção, o militar, o *elearning*, o *training*, o entretenimento, a televisão, o cinema entre muitas outras. A nossa análise tentará, sempre que possível, considerar apenas os sistemas que cumpram o propósito da interacção em tempo real, deixando de parte as outras aplicações que são denominadas *offline*¹⁴.

Para tornar mais clara a natureza das aplicações em AR, descrevemos 2 exemplos que destacam o processo de mistura e sincronização do mundo real e do mundo virtual.



Figura I.10 - Projecto EyeMagic. HITLAB, University of Canterbury, Nova Zelândia.

À direita podemos ver o dispositivo de visualização utilizado no *EyeMagic*. No lado esquerdo está representada uma vista subjectiva dos elementos virtuais combinados com a realidade.

As duas imagens da figura I.10 representam a utilização do sistema desenvolvido nos laboratórios da HITLAB na Nova Zelândia em 2004 com o nome *EyeMagic*¹⁵.

A imagem ao lado esquerdo exibe a utilizadora que segura um sistema de visualização do tipo *Video See-Throught Head Mounted Display* (Video HMD, ver também a figura I.13). Através deste dispositivo, a participante observa o

¹⁴ No âmbito dos Virtual Environments(VR), os termos *online* e *offline* diferem do seu significado tradicional (aplicação ligada ou desligada de uma rede) e referem-se à capacidade do sistema gerar elementos virtuais, tais como gráficos e sons, em tempo real (sistema ligado ou desligado do fluxo da simulação).

¹⁵ http://www.hitlabnz.org/wiki/EyeMagic_Book, consultado em 2010.

ambiente real que a rodeia através de imagens fornecidas no momento por uma câmara que se encontra instalada no centro dos óculos HMD. A vista da câmara, coincidente com a do observador, é intrepоста no seu campo de visão por meio de dois pequenos visores (um para cada olho) e de um dispositivo óptico criando a ilusão de que essas imagens são “naturais”.

Na imagem do lado direito podemos observar um pequeno suporte de plástico, que a utilizadora segura na mão, cuja a superfície foi impressa um padrão visual de alto contraste (*Visual Marker*). O sistema, a partir da vista da câmara, implementa técnicas de *Computer Vision* com o objectivo de determinar a posição e orientação do *Visual Marker* face ao observador. A este processo chama-se *Registration*, e o recurso aos *Visual Markers*, enquanto técnica de sensoramento, é apenas uma das várias disponíveis.

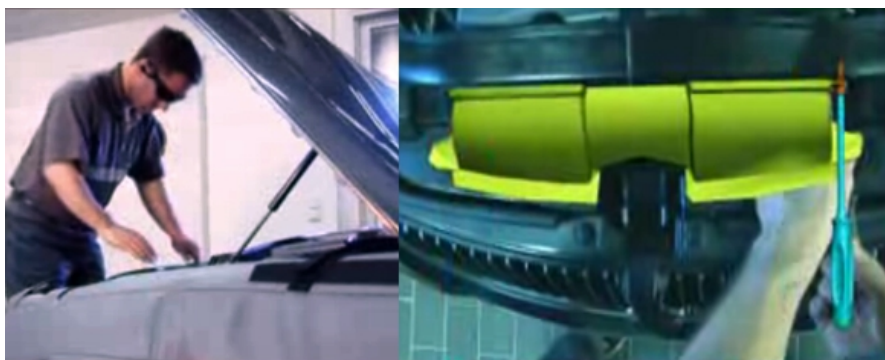


Figura 1.11 - Protótipo de AR da BMW. A imagem do lado esquerdo ilustra o contexto de utilização do sistema de manutenção idealizado pelos laboratórios da BMW. Destaca-se a procura em reduzir o nível de mediação, patente na simplicidade do sistema de visualização. Do lado direito temos uma representação da vista subjectiva do operário (o que ele vê), na qual, são combinados gráficos e meta-informação com o ambiente de trabalho.

Em simultâneo, o módulo de *output* do sistema gera gráficos 3D consistentes com a posição e orientação relativa (sistema de coordenadas) do *Visual Marker*, sobrepondo-os com as *frames* do vídeo do cenário real. A fotografia do lado direito da figura 2.i mostra o cenário real com os objectos 3D combinados como são vistos perceptivamente por parte da participante.

A figura I.11 ilustra o sistema de AR em desenvolvimento pela BMW(tm)¹⁶ que oferece aos operários de uma das suas oficinas a fusão, em tempo real, do ambiente físico do carro com informação útil para o desempenho das tarefas. A imagem do lado esquerdo descreve uma situação em que o operário desempenha tarefas de manutenção. O sistema de visualização, ainda em fase de investigação, é concebido de modo a ser o menos invasivo possível e interferir o mínimo nas tarefas motoras empreendidas pelo utilizador.

Na imagem da direita temos a vista subjectiva do utilizador, isto é, o que ele vê. Neste caso, o objecto 3D correspondente à componente real do carro é sobreposta, em tempo real, no local onde o operário leva a cabo a tarefa motora, comunicando-lhe o procedimento correcto para a sua instalação.

Importa referir que, neste projecto, o processo de *registration* é crucial para desempenho de um sistema que é concebido tendo como princípio a interacção “natural” como o ambiente de trabalho. Desta forma, os elementos 3D virtuais devem ser espacial e temporalmente sincronizados no campo de visão.

A partir destes exemplos torna-se claro que o principal objectivo da AR é o da suplantação da realidade sem que, no entanto, se substitua na simulação, o ambiente real que rodeia o utilizador.

1.2.2 O processo de *Registration*

Registration consiste na sincronização temporal e na justaposição espacial dos elementos virtuais no ambiente 3D real. Para que tal aconteça, o sistema de AR terá que considerar várias técnicas de sensoramento do ambiente real para

¹⁶ Trata-se de um protótipo em fase de investigação nos laboratórios da BMW. "BMW Augmented Reality.BMW research projects - virtual world meets reality. In future, the real world is set to combine with the virtual at BMW Service. BMW Augmented Reality creates this bridge and extends the real world by adding virtual information. BMW Service is planning to use this technology as a means to assist BMW Service staff in their highly demanding technical work".
O vídeo de apresentação do projecto pode ser visualizado em
http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_introduction_1.html,
(consultado em 2008).

garantir a correcta justaposição dos objectos sintetizados.

Essas técnicas variam consoante diversos factores; o método de visualização usado, se a aplicação opera em tempo real, se o ambiente real se situa em *Outdoor* ou *Indoor*¹⁷ ou ainda, o grau de precisão que a aplicação exige.

O conceito de *Registration* é da maior importância na AR, e resulta da necessidade de combinar, no mesmo espaço, os elementos reais com os elementos virtuais¹⁸. Tal exigência não se revela tão importante na VR uma vez que o cenário sintetizado é totalmente conhecido e construído pelo próprio sistema (Azuma,1997).

Começemos por elaborar o problema partindo de uma aplicação de VR, na qual, o utilizador explora um cenário totalmente virtual, composto exclusivamente por objectos 3D. Neste caso limite, o único elemento externo na simulação consiste nas acções motoras empreendidas pelo utilizador. Os gestos e os movimentos realizados pelo utilizador são internalizados através de dispositivos sensores do mundo real, que vão desde os simples e tradicionais interfaces (*input devices*), até aos sensores de posição e orientação (*tracking devices*) comuns nos capacetes de VR. No entanto, o corpo do utilizador e suas manifestações (do mundo tangível) não estão presentes no ambiente simulado, ou pelo menos, não são directamente percebidas pelo utilizador. Quanto muito manifestam-se indirectamente através de representações virtuais, como são o caso dos *Avatares*¹⁹ ou outros elementos virtuais que se referem a acontecimentos do mundo real.

Os erros de sincronização entre as duas classes de objectos (reais e virtuais) podem ser *mascarados* na simulação de VR, na medida em que o sistema apresenta ao utilizador um cenário composto apenas por elementos de uma das classes (virtual) de objectos.

¹⁷ Presume-se que a aplicação *outdoor* desenrola-se numa região suficientemente vasta para que não seja possível, do ponto de vista prático, referenciar as coordenadas do utilizador sem recorrer ao sistema GPS. Porém, em diversas aplicações este método é combinado com outras técnicas de sensoramento.

¹⁸ Várias técnicas de *Registration* foram propostas (Hoff,1996).

¹⁹ *Avatar* designa a representação digital de uma pessoa no contexto de um mundo virtual tridimensional. Ao contrário da noção de *Alias*, que remete para um outro *eu* (pseudónimo), o *Avatar* possui características figurativas e refere-se, de forma inequívoca, à aparência de um corpo.

Nas aplicações onde ambas as classes se combinam num único cenário (tipicamente a AR), tais erros tornam-se evidentes e requerem técnicas mais sofisticadas para os dissimular.

O impacto de tais erros na *performance* do sistema foram sistematizados (Valino,1998), e os conflitos perceptivos que ocorrem no utilizador resultantes desses erros foram discutidos (Azuma,1997). Um resumo desses resultados está disponível (McDonald, 2003).

Os erros ao nível do registo das duas classes de objectos, podem ser de natureza temporal ou espacial. Os primeiros resultam, em grande medida, da latência que é própria do módulo de sensoramento ou de uma ineficiente arquitectura de sistema. A latência manifesta-se quando o observador se move ou interage com o mundo físico, levando a que a apresentação dos objectos virtuais sofra um atraso e conduza a um desfazamento na posição e orientação desses elementos. Quando o fenómeno é sentido, não só o sentimento de presença do ambiente real é comprometido, como também resultam conflitos perceptivos no utilizador capazes de lhe provocar sintomas fisiológicos negativos.

Nalguns sistemas de sensoramento, sobretudo os que envolvem a visão por computador a partir de um circuito de vídeo, a latência é inerente ao próprio *hardware* e pode ser não ser possível eliminá-la. A solução, para os casos em que o atraso ao nível do registo é suficientemente elevado, passa pela aplicação de algoritmos de interpolação matemática que procuram prever e antecipar as alterações dinâmicas que ocorrem no cenário.

Os erros de natureza espacial estão intimamente ligados com a discrepância entre a resolução do sistema de visualização e a resolução do sistema de sensoramento. É um factor especialmente importante nas aplicações que se encontram condicionadas pela exigência de gerar gráficos fotorrealistas. No outro extremo, temos as aplicações que combinam apenas meta-informação (texto, ícones e imagens de baixa resolução) sobre o cenário físico, e para estes casos, os erros espaciais entre as duas classes de objectos não são sentidos pelo utilizador.

1.2.3 Sistemas de Visualização

O produto final do *rendering* ²⁰ dos elementos virtuais têm como destino os monitores de vídeo, os écrans de telemóvel, os computadores portáteis, as superfícies projectadas, os sistemas de visualização integrados em óculos, ou ainda, outros sistemas que são acoplados à cabeça do utilizador.



Figura I.12 - Projecto ARTHUR. Resultante da colaboração entre várias instituições europeias, o projecto ARTHUR consiste num ambiente de AR que possibilita o trabalho colaborativo na arquitectura e planificação urbana in (Broll et al, 2004).

A mediação *natural* do homem com o ambiente real, livre de interfaces físicos, atravessa transversalmente o tema da AR. Trata-se, pois, de uma situação ideal que encontra, desde logo, todo um conjunto obstáculos. A especificação do projecto em AR depara-se com as condicionantes de ordem tecnológica e para os sistemas de visualização são conducentes a um importante processo de decisão.

O “nosso” projecto deverá desenvolver um sistema de visualização específico que se adeque ao contexto e singularidade da aplicação?

Estamos na presença de um compromisso entre o tempo de desenvolvimento

²⁰ No tema dos mundos virtuais, *rendering* refere-se ao processo de sintetização de uma imagem no formato *bitmap* pronta para ser apresentada num dispositivo de imagem, a partir de um modelo simbólico (*high-level*).

do projecto, os recursos disponíveis e, do outro lado, a profundidade ao nível da metáfora da experiência do real que estaremos dispostos a sacrificar. Este dilema está bem presente na abordagem de Milgram e Kishino (1994) sobre a classificação dos dispositivos de visualização.

Em alguns projectos, dispondo de tais recursos, e cujo contexto de aplicação exige uma elevada aproximação à metáfora da experiência do real (aplicações na medicina e no militar), verificamos que o sistema desenvolvido não abrange exclusivamente soluções ao nível do *software* mas também de *hardware*. Nesta categoria incluem-se os *Head-Mounted Displays* (HMD), que apesar de dispendiosos e sofisticados, são os que mais se aproximam da mediação *natural*.



Figura I.13 – Óculos AddVisor 150²¹, See-through Head mounted Display desenvolvido pela SAABTech . Projecto ARTHUR (Broll et al, 2004). O sistema híbrido da SAABtech²² é dotado de um controlo que permite variar a opacidade/intensidade das imagens que são sobrepostas sobre o cenário real. Esta particularidade confere ao dispositivo uma grande flexibilidade podendo ser usado tanto em aplicações de VR (imersão total – opacidade 100%) como em aplicações AR (semitransparente – opacidade 35%).

²¹ http://www.inition.com.au/inition/pdf/hmd_saabtech_addvisor_150.pdf (consultado em 2009)

²² A SAABtech é um laboratório da companhia sueca SAAB que especializou a sua investigação na concepção e desenvolvimento de sistemas de visualização See-Through HMD com aplicação na aviação militar.

Os HMD são também designados por *See-Through HMD*, devido à particularidade do utilizador olhar o mundo através deles, libertando as suas mãos para as tarefas de exploração interactiva do cenário. Os *See-through HMD* têm a capacidade de interpor, através de um meio óptico, imagens geradas por computador no campo de visão. A figura 2.M ilustra a sua utilização no projecto de ARTHUR (Broll, Lindt, Ohlenburg, Wittkämper, Yuan, Novotny, et al, 2004).

O HMD foi modificado, como se pode ver pela figura 2.M, de modo a incluir um sistema de sensoriamento (*head tracker*) que determina as coordenadas da posição da cabeça e o vector que define a sua orientação. Os 6 graus de liberdade que o sensor fornece ao sistema de AR é suficiente para levar a cabo o processo de *registration* dos elementos virtuais com o cenário real. É comum os HMD disporem na zona central (entre os olhos) de uma câmara que combinada com a acção de algoritmos de computer vision permitirá, de outro modo, realizar o processo de *registration*. No caso do sistema de visualização representado pela figura 2.M, as duas câmaras não têm como função o sensoriamento, mas sim servir como fonte primária de visualização do cenário real.

De acordo com Azuma (1997), os *See-Through HMD*, podem ser subdivididos em duas categorias tendo como critério o modo como o utilizador vê o cenário real. Os **Optical HMD**, dispositivos de visualização acoplados na cabeça do utilizador, o qual olha directamente o cenário real sem a mediação de imagens de vídeo desse mesmo cenário. Ao contrário, nos **Video HMD**, o utilizador visualiza os elementos virtuais e o cenário real (fornecido pela câmara de vídeo) combinados numa única imagem.

1.2.4 Sistemas de Sensoriamento

Inúmeras técnicas de sensoriamento foram testadas e são conhecidas, não só pelo tema dos *Virtual Environments*, como também da HCI. Recordemos que o objectivo central do sensoriamento consiste no processo de quantificação de acontecimentos físicos, tais como o movimento, a posição e a orientação de

objectos num qualquer cenário. Salvo algumas excepções, a tecnologia associada à fabricação de sensores e sistemas de sensoramento não é dirigida especificamente ao tema dos VE. As engenharias, a Física, assim como tantos outros ramos da ciência e da indústria, tiveram em algum momento de conceber e tornar disponíveis processos de sensoramento e controle sobre o mundo físico. Na verdade, qualquer dispositivo que tenha a capacidade de medir a posição e orientação de um corpo, a sua aplicação ao tema dos VE pode ser tentada.

Sem pretendermos ser exaustivos na identificação de todas estas técnicas e sistemas, falaremos dos que consideramos mais pertinentes e actuais para o tema da AR e, mais especificamente, do TUIs. Até porque tal tarefa já foi empreendida por diversos autores, mas podemos destacar dois (Valino,1998; Azuma, 1997), que levaram a cabo a difícil tarefa de sistematizar a variedade dessas técnicas e discutir o âmbito da sua aplicação no tema da AR.

Template Matching

Sempre que seja possível controlar o ambiente real onde se desenrola a interacção (geralmente aplicações *indoor*) recorre-se ao método de *visual markers*, ou *fiduciais*, pelas inúmeras vantagens face a outros métodos sensoramento (Maeda,2003).

Este método consiste em distribuir, ao longo do cenário real, sistemas de identificação semelhantes a códigos de barras (representado na figura I.14) que permitem ao sistema, determinar a posição do ponto de observação do utilizador e sua orientação relativamente ao cenário real a partir de algoritmos de *Computer Vision* (veja-se o caso do projecto representado na figura I.10). Os *Visual Markers* são, do ponto de vista do desempenho computacional, muito fáceis e rápidos de detectar. As imagens *bitmap* correspondentes a cada quadro do vídeo são correlacionadas com imagens de *templates* visuais que estão presentes e são, previamente, conhecidas pelo sistema.

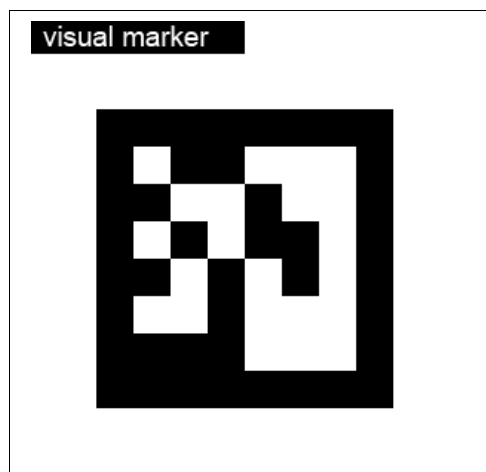


Figure I.14 - *visual marker*, ARTOOLKIT SDK.

As ocorrências devolvidas pelo algoritmo (*template matching*) permitem estabelecer uma relação geométrica entre um determinado ponto do cenário e a câmara de vídeo. Com base nessa relação, uma segunda etapa do módulo de *Computer Vision*, transforma algebricamente a posição e orientação do *visual marker* no cenário em coordenadas do sistema definido pelos eixos da câmara, num processo conhecido por *pose estimation*. Para uma análise mais aprofundada desta técnica de *registration* na generalidade da AR estão disponíveis os contributos de Azuma (1997), Valino (1998), Hoff (1996) e mais recentemente (Barakony, 2005). Para uma discussão centrada nos dispositivos móveis em particular sugere-se o recente trabalho de Wagner (Wagner, 2008).

Natural Feature Extraction

Porém, há casos em que não é possível controlar as condições do cenário real. Torna-se impraticável a colocação dos visual markers nas simulações que decorrem no exterior e se estendem ao longo de uma vasta área (Brujic-okretic, 2007).

Os algoritmos, conhecidos por *feature extraction*, têm como desafio identificar e extrair propriedades *naturais*²³ de uma imagem *bitmap*. Propriedades essas que

²³ Estas propriedades naturais são denominadas por *natural features* no quadro da *Computer Vision*.

são descrições simbólicas e geométricas de um objecto, como o contorno geométrico que define uma porta, um edifício ou um qualquer outro objecto que seja passível de ser descrito vectorialmente.

Ao contrário da técnica anterior, o sistema não dispõe de representações em formato *bitmap* (*visual templates*) dos objectos para os poder comparar. O algoritmo *feature extraction* é implementado no sentido *bottom-top*, começando em primeiro lugar por extrair características *low-level* da imagem, tais como os cantos e as linhas de contorno (Reitinger, 2007). O passo seguinte consiste em agrupar essas características para que possam ser testadas as ocorrências com base nas descrição *high-level* dos objectos presentes no sistema.

Esta técnica, dada a sua complexidade computacional, pode comprometer o desempenho do sistema criando falsos positivos ou impondo latência que impede o registo correcto dos objectos. Há que considerar igualmente a dificuldade em o algoritmo estimar a pose do objecto detectado.

A sua utilização *indoor*, num ambiente controlado, pode minimizar os problemas atrás referidos e assumir-se como uma alternativa séria da técnica *template matching* (ou mesmo a combinação das duas).

Já autores, como Barakony (2007) na sua síntese comparativa entre as abordagens *artificial-features*²⁴ *versus natural-features*, consideram que a técnica de *natural* feature-extraction é menos adequada às aplicações *outdoor* devido ao carácter contingente do cenário natural.

Global Position System (GPS)

Tem vindo a assistir-se, nas aplicações *outdoor*, ao crescente uso do GPS, dada a facilidade com que hoje em dia esta funcionalidade se encontra disponível nos dispositivos *handhelds* e nos telemóveis. O sensor mede o *time-of-flight* do sinal rádio proveniente de vários satélites e determina a posição tridimensional do dispositivo a partir da sua triangulação. Na maioria das aplicações o GPS é

²⁴ Quando o autor fala em “artificial-features” está a referir-se implicitamente ao método *Template Matching*.

combinado com um outro sensor, o giroscópio ou a bússula digital, de forma a obter a orientação do utilizador e, com a informação de ambos, o sistema é capaz de determinar a sua pose²⁵. Esta associação é vulgarmente conhecida por GPS+GYRO. Na descrição de inúmeros sistemas é comum surgir apenas o termo GPS a designar a associação GPS+GYRO.

A principal desvantagem do GPS consiste no grau de imprecisão que é suficientemente elevado para inviabilizar o registo. O grau de precisão exigido por uma aplicação AR, que pretenda sobrepor objectos virtuais correctamente registados no campo de visão e à escala humana, é muito superior àquele que os dispositivos GPS são capazes de resolver (Azuma,1997).

Na prática, as aplicações de AR privilegiam as técnicas de sensoramento compostas em detrimento de uma só.

Apresentamos o exemplo de uma aplicação que é possível graças à combinação das 3 técnicas descritas anteriormente.

Desenvolvido na *City University* em Londres sob o nome *Exploring Urban Environments Using Virtual and Augmented Reality* (Brujic-okretic, 2007) o ainda protótipo *Road Pedestrian Navigator* é um sistema de AR *outdoor* que auxilia o utilizador a explorar uma cidade. Como podemos ver na figura I.15, aplicação sobrepõe à imagem vídeo (do cenário urbano) meta-informação que, em tempo real, indica a direcção que o utilizador deve tomar para chegar a um determinado destino. Através de um dispositivo *handeld*, o utilizador interage como na metáfora “Magic Lens” cenário urbano. A novidade deste projecto reside na solução para o problema do registo. Uma vez colocada de parte a hipótese de colocação de fiduciais ao longo do vasto cenário urbano, a sinalética presente nas ruas e elementos dos principais edifícios foram previamente digitalizados e inseridos no sistema como *templates* visuais.

²⁵ O sistema de posicionamento global (GPS) fornece a posição absoluta do utilizador no mundo mas não a orientação. Quando complementada com a informação local proveniente de um módulo de compasso digital determinam-se os 6 graus de liberdade (3 vectores de posição mais 3 vectores de orientação) necessários para o sistema estimar a pose e proceder ao mecanismo de *registration*.



Figura I.15 – Road Sign Pedestrian Navigation. (Brujic-okretic, 2007)

Exploração do cenário urbano em tempo real a partir de um sistema móvel. Imagens da vista do utilizador no protótipo *road Sign pedestrian navigation* desenvolvido na City University em Londres. Recorrem à combinação de várias técnicas de sensoriamento permitindo o registo de meta-informação que auxilia o utilizador na tarefa de navegação no cenário urbano. Na imagem da esquerda o sistema detectou a sinalética local e na da direita foi reconhecida a porta principal do edifício.

O problema reduz-se, agora, à aplicação das técnicas de Computer Vision descritas com vista a determinar a localização do utilizador e proceder ao registo da meta-informação. Os autores esperam integrar nas versões futuras a técnica de sensoriamento baseada em *hardware*, nomeadamente o GPS+GYRO. Este método permite dar ao sistema uma aproximação grosseira da localização do utilizador com o objectivo em mente de otimizar o processo de registo levado a cabo pelos algoritmos de *Computer Vision*.

Tracking Devices

Vários tipos de *tracking devices* envolvendo diferentes tecnologias, tais como a geração de campos magnéticos ou o uso de ultra-sons estão disponíveis. Uma delas é comercializada pela *Polhemus*²⁶ e é bastante comum encontrá-la nos *head-tracker* que integram muitos dos dispositivos HMD. O sistema em causa gera um campo magnético que sofre uma distorção na presença do dispositivo. Através do cálculo da interferência no campo magnético, o sistema infere as coordenadas de posição e orientação no cenário real. A acuidade do registo que

²⁶ A empresa polhemus (www.polhemus.com) possui um vasto conjunto de soluções comerciais especialmente vocacionadas para o sensoriamento em aplicações de VE.

resulta da sua utilização é extremamente elevada e a latência muito reduzida (cerca de 4 ms para o caso do produto *Fastrack*). No entanto, este método possui dois inconvenientes. Por um lado, é extremamente sensível às alterações do campo magnético o que, com frequência, exige ajustamentos de calibração (Valino, 1998). Por outro lado, a sua utilização é condicionada aos cenários de reduzida dimensão devido aos limites impostos pelo campo magnético, o que exclui todas as aplicações que decorrem no exterior ou que se estenda numa área superior a 5 metros de comprimento.

Os sistemas que descrevemos ao longo dos pontos anteriores podem ser considerados como arquétipos da AR por neles estarem presentes as principais propriedades que as tornam distintas dos sistemas pertencentes à VR.

Os TUIs, apesar de se incluírem na categoria da AR e partilharem inúmeras características, divergem no modo como o utilizador visualiza o cenário real e na forma como são integrados os elementos virtuais no ambiente real. A estratégia dos TUIs reside, precisamente, em libertar o utilizador da necessidade de estar acoplado a um qualquer sistema de visualização. Não quer isto significar que num ambiente tangível não estejam presentes dispositivos de visualização; na verdade, os TUIs recorrem frequentemente a superfícies que suportam imagens digitais tais como as vídeo-projecções ou as superfícies dos monitores vídeo. Essas superfícies não estão acopladas, de alguma forma, ao corpo do utilizador.

1.3 A noção de adaptabilidade na HCI

A adaptabilidade é um conceito que se aplica em vários domínios, alguns dos quais em destaque na presente tese. Do ponto de vista da ciências humanas, mais concretamente da sociologia e das ciências da comunicação, a adaptabilidade das tecnologias da comunicação e informação pelos utilizadores é um processo denso e complexo. Quando nos referimos à adaptabilidade da tecnologia falamos especificamente da personalização dos artefactos por parte de utilizadores, e não do curso histórico que a suposta evolução da tecnologia toma

no sentido de se aproximar, em cada época, às necessidades dos utilizadores.

A tecnologia digital, tal como os demais artefactos que integram a cultura material de uma sociedade, recai na acção da esfera cultural e social. As ciências da comunicação, e em especial a sociologia, enquadram os processos de personalização e uso da tecnologia no panorama mais vasto da cultura, dos actores e das instituições sociais. Aí os indivíduos adaptam a tecnologia, não apenas para de um determinado objecto obterem novas ou melhores funcionalidades, mas também para comunicarem aos restantes membros de uma comunidade aspectos que se relacionam com a produção de sentido, a partilha de valores ou ainda enquanto mecanismo de construção de identidade.

Retomaremos esta abordagem ao problema da adaptabilidade no capítulo 4, quando apresentarmos, de forma detalhada, a teoria de domesticação de Silverstone que formaliza os fenómenos de adaptação da tecnologia. Por agora, passaremos a descrever o conceito de adaptabilidade partindo de uma abordagem mais próxima da HCI, e das disciplinas que têm por objecto o desenho e o desenvolvimento da tecnologia.

1.3.1 A adaptabilidade e adaptatividade

As ciências da computação, convocando a psicologia e a ergonomia, entende a *adaptabilidade* como a capacidade de um sistema transferir para o utilizador o controlo da informação ou o desempenho de certas tarefas automatizadas. É o meio através do qual, o utilizador de forma explícita e consciente, modifica aspectos do sistema ou da sua interface, tentando adequá-la ao seu modelo mental. Contrariamente, quando o controlo de tais processos são detidos exclusivamente pelo sistema, estamos perante a noção de *adaptatividade* (Opperman, 1994).

Em ambos os casos, estamos na presença de processos que conferem ao

sistema uma dimensão dinâmica ao longo do tempo e flexível ao nível do contexto de utilização. Os sistemas puramente adaptáveis e os sistemas puramente adaptativos apresentam um conjunto de vantagens e desvantagens. De modo resumido, as vantagens apontadas aos sistemas adaptativos, face aos adaptáveis, são: a maior velocidade no desempenho, a menor carga (cognitiva) sobre o utilizador, maior consistência e flexibilidade do processo de adaptação, e um menor tempo de treino associado (Miller et al, 2006, p.22). Estes sistemas, no entanto, por serem exclusivamente adaptativos, excluem o utilizador de grande parte do processo de personalização, facto esse que provoca algumas dúvidas sobre o impacto que a perda de controlo terá na confiança do utilizador no sistema. Quando se tratam de sistemas periciais, altamente especializados, não-discrionários, tais como a automação que podemos encontrar nos sistemas de bordo do *cockpit* de um avião, não existe unanimidade; “ There has been some debate over who should have control over changes among modes of operation. Some argue that operators should always have authority over the system because they are ultimately responsible for the behavior of the system. [...] There may be times when the operator is not the best judge of when automation is needed” (Scerbo,2005, p.240).

Dependendo de diversos factores, tais como o grau de automação presente no sistema ou o nível de discricionariedade da aplicação, Miller et All coligem de vários autores um conjunto de desvantagens que podem ser atribuídas aos sistemas puramente adaptativos (Miller et al, 2006,p.22-25):

i) Ao contrário dos sistemas adaptáveis, estes sistemas incorrem num risco resultante da transferência do controlo e do processo de tomada de decisão do utilizador para a máquina.

ii) Os utilizadores tornam-se menos conscientes das modificações que ocorrem no ambiente de interacção ou no estado do sistema, quando essa mudanças são da responsabilidade de outros agentes, do que quando são eles próprios a realizarem essas mudanças.

iii) Os erros de *Modo* surgem em consequência de ii) e de i) e consistem nos erros da parte do utilizador que ocorrem em resultado do sistema ter alterado o seu modo de funcionamento - transitou de um modo para outro automaticamente - sem que o utilizador se tenha dado conta. Este último assume erradamente que o sistema se encontra num determinado estado e não adequa o seu comportamento em conformidade com o estado em que o sistema realmente se encontra.

iv) Em certas circunstâncias os operadores subestimam a capacidade do sistema em conseguir adaptar-se ao seu comportamento. Noutros cenários, os utilizadores demonstram excesso de confiança nos processos automáticos do sistema o que, tanto num caso como no outro, estão na origem de erros.

v) verificou-se que em alguns sistemas periciais e não-discrionários os processos adaptativos podem conduzir, a médio e longo prazo, a uma degradação da proficiência do utilizador, ou da sua habilidade em usar o sistema.

vi) os sistemas exclusivamente adaptativos tendem a produzir um grau de sobrecarga mental desadequado, ora muito alto, ora muito excessivamente reduzido.

vii) estudos de análise essencialmente qualitativos demonstram que os utilizadores gostariam de manter o controlo em tarefas cujo sistema pretende substituir, em níveis de automação intermédia.

Estes argumentos vão ao encontro da defesa da integração de propriedades adaptáveis nos sistemas puramente adaptativos. Ocultar ao utilizador o processo de adaptação durante o uso do sistema (*runtime*) têm sérias limitações. Sobretudo se pensármos nos sistemas que procuram internalizar a singularidade do utilizador e abrir-se a um maior leque de cenários e contextos de interacção.

As aplicações puramente adaptativas, dada a sua natureza, modificam de

forma automática a sua estrutura de funcionalidades ou a sua interface. A automatização da adaptação requer o emprego de algoritmos, os quais, através da análise de variáveis pré-determinadas (ambientais, comportamentais, etc), assegura-lhe a adaptação progressiva da aplicação em tempo real durante a sua execução. Ainda assim, um sistema puramente adaptativo admite, num primeiro momento, uma etapa de configuração manual do processo de automação. Durante esse processo inicial, tal como no sistema adaptável, o utilizador possui algum controle sobre o sistema (Scerbo, 2005, p.240).

1.3.2 Modelização do utilizador e Modelos mentais

Para conceber os algoritmos e os módulos de lógica que estão na base da adaptividade, é imprescindível determinar quais as variáveis relacionadas com o comportamento do utilizador e que o sistema irá monitorizar de modo a proceder à automação. O comportamento do utilizador e o contexto da aplicação é antecipado e idealizado pela equipa de desenvolvimento do sistema ou da tecnologia em questão.

No contexto das ciências da computação este mecanismo de redução da noção de utilizador é denominado *User Modelling*, e tem por objectivo a construção de um modelo ou uma representação das expectativas e das crenças que a equipa tem relativamente aos interesses e preferências de um utilizador em particular (Rodríguez et al, 2012, p.7). Assim, o modelo do utilizador é feito de generalizações sobre um utilizador ou grupo de utilizadores baseadas nas suas características, necessidades ou contexto (Velson et al, 2008, p. 261).

No Design de Interacção, tendo em linha de conta a sua proximidade com as ciências da comunicação, o termo *User Model* conflitua com a teoria de Don Norman. Para este autor, estão subjacentes 3 modelos conceptuais no uso da tecnologia ou de um sistema interactivo.

O modelo do design, “Design Model”, consiste no modelo conceptual que a equipa de desenvolvimento pretende para o funcionamento do sistema. Por sua

vez, o modelo *User's Model* consiste no modelo mental que um utilizador em particular possui acerca do funcionamento do sistema, ou que ele adquire através do uso (Norman,1988, 50).

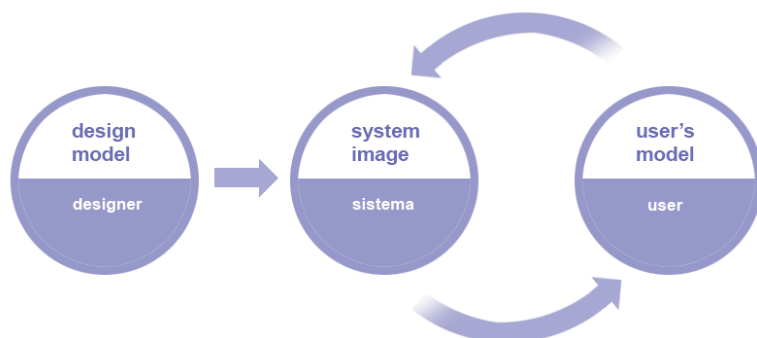


Figura 1.16 - Modelos conceptuais. Adaptado de Don Norman (Norman,1988).

A abordagem de Norman (1988) sublinha a descoincidência existente entre os dois planos que caracterizam o artefacto de comunicação. Esta ideia é central na obra do autor, na qual se procura demonstrar que o papel do design e o seu maior desafio consiste em aproximar ambos os modelos conceptuais.

De acordo com esta abordagem, o utilizador, no esforço em relacionar-se e a interagir com o mundo que o rodeia, desenvolve modelos mentais acerca dos artefactos, das pessoas ou do modo de operar com os objectos. As pessoas constroem os modelos mentais a partir da experiência e do conhecimento que daí advém (p. 77), envolvendo as emoções, a memória, as expectativas e a atribuição de sentido; ao longo da nossa vida produzimos sínteses acerca do mundo e do seu modo de funcionamento, com o objectivo de simplificar a relação que estabelecemos com ele e de saber agir em situações inteiramente novas (p. 124-126).

O autor da tecnologia não pode comunicar directamente o modo de funcionamento do sistema aos respectivos utilizadores senão através da imagem do sistema. É natural que a conceptualização, que a equipa de design produz acerca do objecto que está a conceber, seja distinta daquela que o utilizador

constrói quando interage com ele. Aliás, o modelo mental do design conceptualiza não só os aspectos relacionados com objecto, como também o próprio utilizador, criando uma imagem idealizada acerca dele. É neste ponto que a noção de *User Model* usado pelas ciências da computação no contexto da adaptatividade se enquadra na abordagem de Norman; não como o seu modelo mental, mas como uma sua versão, a qual reflecte as ideias e os conceitos que a equipa de design tem acerca dele.

É, portanto, natural que o modelo conceptual do design e o modelo mental do utilizador sejam distintos. Desde logo porque a equipa que conceptualiza o sistema confronta-se com problemas de natureza diferente daqueles que são convocados pelo uso do sistema. Os aspectos relacionados com a tecnologia, os materiais ou o projecto, são exemplos das diversas dimensões que contribuem e condicionam o modelo conceptual do design.

A aproximação ao modelo mental do design ao modelo mental do utilizador faz-se sobretudo por via da imagem do sistema: “The design model is the conceptualization that the designer has in mind. The user’s model is what the user develops to explain the operation of the system. Ideally, the user’s model and the design model are equivalent. However, the user and designer communicate only through the system itself: its physical appearance, its operation, the way it responds, and the manuals and instructions that accompany it. Thus the system image is critical: the designer must ensure that everything about the product is consistent with and exemplifies the operation of the proper conceptual model” (p. Norman, 1988, p.287).

Se cruzarmos o quadro de análise oferecido por Norman e o da adaptabilidade das ciências da computação, podemos concluir que a adaptatividade acentua a conceptualização que o design da tecnologia produz acerca do utilizador real.

A adaptabilidade, porém, ao tornar a adaptação explícita e consciente, permite ao utilizador exteriorizar o seu modelo mental, aproximando-o da imagem do sistema.

1.3.3 Sistemas personalizados

Como vimos no ponto 1.4.2, algumas aplicações são híbridas e apresentam tanto características adaptáveis como adaptativas. Nesses casos, a interface gráfica modifica o acesso às funcionalidades do programa, não apenas em função de escolhas levadas a cabo pelos utilizadores, como também por iniciativa do próprio sistema, o qual, através de processos implícitos de inferência, procura adaptar e estruturar essas mesmas funcionalidades.

Van Velson, Van Geest, Klaassen e Steehouder (2008) propõem agregar todos estes sistemas numa categoria única – sistemas personalizados - não fazendo distinção sobre qual o factor que causa ou motiva a adaptação do sistema; “systems that can alter aspects of their struture, functionality or interface on the base of a user model generated from implicit and/or explicit input, in order to accommodate the differing needs of individuals or groups of users and the changing needs of users over the time.” (p. 261). Deste modo, falamos de sistemas personalizados quando estamos perante um sistema que se adapta de forma manual ou automática.

Quais as razões que motivam o desenvolvimento de sistemas e interfaces personalizáveis? No âmbito das interfaces gráficas (*Adaptable User Interfaces*), a personalização não está apenas relacionada com a configuração da aparência (visual, estilística) da aplicação, se bem que esse facto é aproveitado por inúmeras aplicações informáticas comerciais. A abertura da interface gráfica à personalização por parte dos utilizadores encontra uma forte justificação quer nas questões de acessibilidade quer nas de usabilidade.

Unified User Interfaces

Uma metodologia projectual desenvolvida no seio da HCI foi especialmente concebida para enquadrar as questões da adaptação da interface gráfica na Web. A *Unified User Interfaces* (UUI) tem por objectivo expresso tornar universal o

acesso à sociedade de informação, propondo a adaptação (da interface gráfica) como o principal veículo. Envolvendo estratégias tanto adaptáveis como adaptativas, o quadro de análise de desenvolvimento de software UUI baseia-se no conceito *Design for All* (Leonidis, Antona, Stephanidis, 2012, p.2), ou seja, conceber aplicações Web para todos os utilizadores (*Anyone*), em qualquer contexto (*Anywhere and Anytime*) e para qualquer tipo de tarefas (*Any purpose*). Esta abordagem rejeita o hábito que as equipas de desenvolvimento por vezes têm de objectivar o utilizador do sistema, reduzindo-o a um utilizador “médio”.

Nas últimas duas décadas assistimos à proliferação de tecnologias de informação e comunicação, as quais, seriam usadas não só por um maior número de pessoas e culturas diferentes, como também em contextos e cenários cada vez mais diversificados (Stefanidis e Salvendy, 1998, p.7,9,10). Os dispositivos móveis tais como o *Smartphone* ou os sistemas embarcados de navegação por GPS, são disso um exemplo.

Deste modo, uma das principais motivações para a implementação da personalização nasce da necessidade de tornar as aplicações acessíveis ao maior número de pessoas, incluindo aquelas cuja condição física as impeçam de as usar plenamente. Os sistemas operativos e muitas aplicações comerciais, tendo em consideração que factores como a doença, a idade ou deficiência condicionam a interação do utilizador com o sistema, oferecem um vasto leque de elementos da interface susceptíveis de serem personalizadas, tais como a cor, o contraste, atalhos de teclado, aumento da escala, o som ou a automação de tarefas (Leonidis et al, 2012, p.2).

Uma segunda ordem de razões explicam também a necessidade de abrir os sistemas à personalização. Ao implementar perfis de utilizadores, os mecanismos adaptáveis e adaptativos permitem que a aplicação se adapte a vários utilizadores ou, para um dado utilizador, se adapte a vários contextos ao longo do tempo.

Na computação móvel este último aspecto é ainda mais evidente; “Mobil computing increases the probability of environmental or contextual change while the user is carrying the task: e.g., the train may go into a dark tunnel, forcing the

screen of the PDA to dim; the surrounding noise may rise, forcing the volume of audio feedback to increase so it can still be heard [...]” (Eisenstein, 2000, p.273).

O modelo da Plasticidade

A personalização é um palco que convoca várias esferas da interacção humano-computador, desde do contexto físico e social ao próprio tempo. Foi proposto um quadro de análise, baseado no conceito de plasticidade, com o objectivo de estudar todas estas esferas e enquadrar o fenómeno da personalização. Nesse modelo, Thevenin et al divide a plasticidade da interface de uma aplicação em 4 graus de liberdade (Thevinin e Coutaz, 1999, p.110-111)

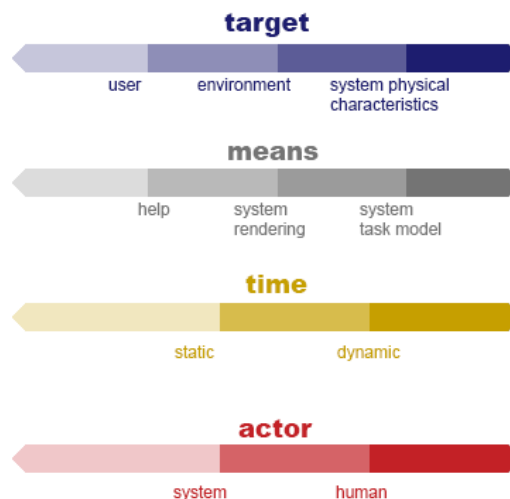


Figura I.17 - Modelo da plasticidade

Adaptado de *Plasticity of User Interfaces: Framework and Research Agenda* (Thevinin e Coutaz, 1999, p.111)

i) **Target**; a entidade a que se destina o processo de adaptação. Pode tratar-se de adaptação do sistema ao utilizador, por exemplo através da mudança de perfil, da adaptação às características físicas do sistema ou ainda de adaptação ao ambiente no qual o utilizador se insere.

ii) **Means**; diz respeito aos módulos internos do software que se adaptam ou

são responsáveis pelo processo de adaptação. São os subsistemas que sofrem modificações de forma a adaptarem-se às entidades (*target*). System Task Model consiste na implementação no sistema do modelo do utilizador e que resulta da aplicação da ergonomia e de Human-factors. Por sua vez, System Rendering corresponde aos módulos que controlam a aparência e a interface do sistema. Finalmente, Help, refere-se ao módulo de ajuda da aplicação.

iii) **Time**; o eixo da dimensão temporal caracteriza como o processo de adaptação decorre ao longo do tempo. Diz-se que a adaptação é estática se ela ocorre antes do iniciar-se o modo de funcionamento da aplicação. Por outro lado, a adaptação é dinâmica quando as modificações acontecem durante a execução da aplicação.

iv) **Actor**; Por fim, temos o eixo que determina qual o agente responsável pela adaptação, isto é, se o processo de adaptação é despoletado pelo próprio sistema (adaptatividade) ou se acontece como resultado de uma decisão do utilizador.

A noção de Plasticidade alude metaforicamente à propriedade dos materiais se expandirem ou contraírem sem que no entanto se quebrem ou percam a sua integridade física. Assim, a plasticidade define-se pela capacidade de uma interface levar a cabo modificações quer nas características físicas do sistema (*System physical characteristics*), ou seja, na componente física da interface – o rato ou o teclado -, quer no próprio ambiente físico onde o utilizador se insere, sem que a usabilidade do sistema fique comprometida (Thevinin e Coutaz, 1999, p.111).

O conceito de plasticidade e o respectivo modelo de análise têm o mérito de conseguir olhar a adaptação para além do todo, permitindo distinguir entre quais as entidades que fazem parte do processo interactivo as que conduzem à adaptação do sistema.

1.4 sistemas tangíveis personalizados

Os media tangíveis, contrariamente ao que sucede com o software convencional, existe no mundo tal qual como os restantes objectos físicos; ocupam espaço, possuem forma e volumetria, têm peso, aparência física e podem ser tocados ou manuseados por pessoas. Por estarem sujeitos às mesmas regras e leis que regem o mundo físico, também a sua adaptação recai sobre a acção dessas mesmas regras. Aqui, a interface e o ambiente físico confundem-se.

A adaptação dos media tangíveis tem sido pensada, sobretudo, enquanto modificação dinâmica e temporal das propriedades físicas da interface. Tratam-se de interfaces tangíveis cujo mecanismo de output do sistema actua sobre o mundo físico para além da mera disposição física do objecto. No eixo “means” do modelo de plasticidade, esta adaptação corresponderia ao módulo “system rendering”, ou seja, à modificação da aparência do sistema.

Podemos apontar duas ordens de razões para explicar as dificuldades inerentes ao desenvolvimento de sistemas tangíveis adaptáveis e ao consequente reduzido número de protótipos nesta área. Por um lado, trata-se de uma tecnologia que começa finalmente a emergir e para a qual ainda não existem os métodos de design que sustentem a sua investigação (Shaer e Hornecker, 2010, p.90). Por outro lado, ao contrário das interfaces gráficas que estão presentes no mundo digital, os objectos físicos são menos maleáveis (p.107).

1.5.1 Maleabilidade e actuação física

Na tentativa de sistematizar os avanços das técnicas de modificação dinâmica das propriedades físicas dos media tangíveis e da exploração das possibilidades de actuação no mundo físico, Poupyrev, Nashida e Okabe (2007) propõem o conceito de maleabilidade.

Indeed one of the most attractive properties of the digital world is malleability: digital objects are easy to create, modify, replicate, and distribute. Physical objects on the other hand are rigid and static, which limits their utility in tangible UI's. If we could dynamically change physical properties of tangible UI elements: their shape, texture, position, speed of motion, and so on, the design vocabulary of tangible user interfaces would expand tremendously (p.205).

Este estudo elencou diversos projectos e protótipos relacionados com o tema da actuação física e da tangibilidade organizando-os em várias categorias: Autómatos e Robots, Interfaces Hápticos, Interfaces de ambiente, Tangíveis actuados e *Shape displays* (Poupyrev, Nashida e Okabe , 2007).

Uma consequência directa das limitações das interfaces tangíveis em conseguir actuar no mundo físico, pese embora os recentes progressos realizados nas área da electrónica, da computação física, da química ou da física, foi o de terem colocado nas mãos das equipas de investigação em HCI novos materiais e objectos inteligentes; os media tangíveis caracterizam-se por serem ainda altamente especializados e pouco versáteis.

Porém, outras estratégias de implementação da adaptação que não incluem tecnologias sofisticadas de actuação física, foram propostas, implementadas e testadas em protótipo. Aqui o processo de adaptação procura incidir a adaptação no modelo conceptual do próprio sistema, permitindo ao utilizador modificar algumas funcionalidades e serviços, e não apenas aspectos da sua aparência relacionados com o *System rendering*.

1.4.2 Objectos pessoais do quotidiano

A personalização de interfaces tangíveis recorrendo a objectos pessoais está ainda na sua infância. O enquadramento dos TUIs tem sido aplicado, na maior

parte do casos a cenários de interacção específicos, nos quais, os objectos físicos que servem de interface são fabricados e desenvolvidos especificamente para o projecto e protótipo em questão. Com o objectivo de estender o enquadramento conceptual dos TUIs, patente na proposta de Ishi e Ullmer (2000), Hoven e Eggen (2004) propõem uma *framework* que incorpora na sua classificação e análise os objectos pessoais do quotidiano do utilizador, distinguindo-os dos restantes que são especializados. A sua abordagem propõe um conjunto de categorias novas, através das quais, a relação entre o objecto físico e a respectiva associação digital pode ser analisada.

A ideia principal que sustenta esta linha de investigação é a de que o uso de objectos pessoais como interfaces tangíveis não impõe um modelo mental exterior ao utilizador e um conjunto de convenções, as quais teriam de ser aprendidas. Pelo contrário, o utilizador quando usa objectos que lhes são familiares “[...] *have an existing mental model of the links between their personal physical objects and the associated digital information*”²⁷ (Hoven e Eggen, 2004, p.235).

De acordo com os autores, o modelo mental subjacente aos objectos pessoais não se baseia na correspondência directa entre a aparência física e a respectiva representação digital que tipicamente se verifica nos TUIs especializados. Neste últimos, a aparência dos objectos é, por um lado, subordinada à aplicação do conceito de *affordance* e, por outro lado, vinculada à necessidade de aludir ao significado presente no objecto digital, ou seja, a sua matriz iconográfica.

O estudo de Hoven e Eggen (2004) reflecte sobre a *framework* de Ishi e Ullmer (2000) e a classificação proposta por Holmquist, Redstrom e Ljungstrand (1999), e acrescenta 3 novas categorias (sec.4).

i) Distinção entre objectos pessoais e objectos genéricos: entre os que possuem um significado pessoal para o utilizador e os que não. Os autores defendem que os primeiros são mais adequados ao desenvolvimento de sistemas no ambiente doméstico, que se destinem a um único utilizador o qual têm que possuir competências (informáticas) muito elevadas. Por sua vez, o segundo

²⁷ Os itálicos são dos autores

grupo de objectos é mais adequado ao ambiente de trabalho e a sistemas que admitem vários e mais experientes utilizadores.

ii) Os TUI's podem subdividir-se entre sistemas que permitem modificar ao longo do tempo a associação ao conteúdo ou função digital, e aqueles cuja associação é fixa. Este último grupo de objectos identifica-se com a noção de *tool* na categorização proposta por Holmquist et al. (1999).

lii) A terceira categoria consiste em distinguir os objectos que possuem um valor icónico e os que possuem uma dimensão simbólica, independentemente de serem *tools* (funções digitais que manipulam a informação) ou *tokens* (*representação física de conteúdos digitais*). A aparência física do objecto que funciona como Ícone procura assemelhar-se ao objecto digital que representa ou à função que desempenha. O objecto simbólico, ao contrário do anterior, recorre a associações simbólicas que podem envolver a linguagem ou a narrativa de forma a que a aparência física do objecto não se resuma a uma representação “literal” da acção ou conteúdos a que está associado.

Esta linha de investigação, iniciada por Hoven e Eggen em 2004, evoluiu focando-se na problemática do uso de objectos pessoais (Hoven e Eggen, 2005; Hoven, Sas e Whittaker, 2012) como interfaces tangíveis para evocar memórias e partilhar recordações no ambiente doméstico.

1.4.3 O projecto Memodules

A adaptabilidade e a adaptividade têm sido implementos na prática ao universo das interfaces tangíveis a um ritmo lento. Apresentamos um selecção de protótipos que julgamos serem representativos de uma certa diversidade que se manifesta ao nível dos mecanismos da adaptação. Como vimos, a adaptatividade está mais ligada, no que diz respeito à implementação na prática, ao conceito de maleabilidade física e é refém das possibilidades tecnológica da actuação física. A

adaptabilidade, por outro lado, reflecte-se noutra tipo de estratégias como são o caso do uso de objectos pessoais.

Memodules é uma plataforma tecnológica desenvolvida por Muggellini, Rubegni, Gerardi e Khaled (2007) e um protótipo foi desenvolvido com o objectivo de permitir a exploração de memórias e partilha de recordações através de uma interface tangível. Fortemente inspirado na linha de investigação de Hoven e Eggen, este projecto materializa o estudo empírico baseado em questionários e entrevistas a focus group daqueles autores (2005) num protótipo funcional.

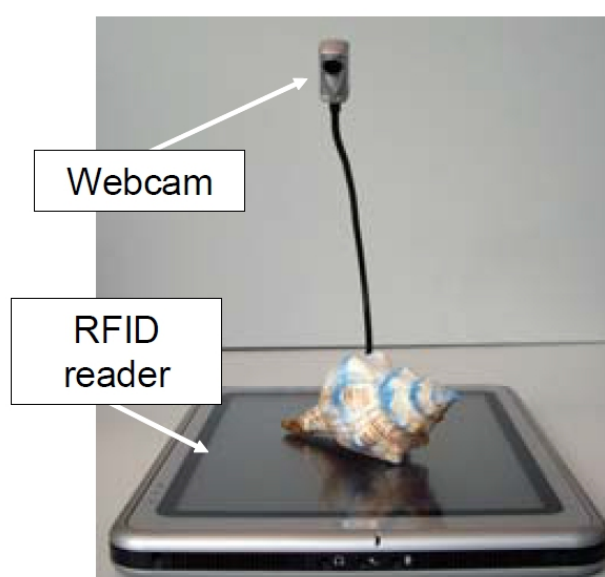


Figura I.18 - Player Memodules. *in Using Personal Objects as Tangible Interfaces for Memory Recollection and Sharing* (Muggellini et al.,2007,p.236)

O plataforma tecnológica permite aos utilizadores associarem memórias e partilharem recordações através de objectos pessoais que podem ser personalizados pelos utilizadores. O sistema consiste num leitor de RFID e uma webcam que identifica o objecto pessoal e faz despoletar uma acção ou conteúdos digital. A ideia fundamental consiste em transformar os objectos pessoais em links ou atalhos para conteúdos digitais, funcionando como uma memória externa. O sistema é dependente de um leitor e das tecnologias existentes no ambiente doméstico para reproduzir os conteúdos digitais. Os

objectos pessoais são meios para accionar outros dispositivos.

Este sistema, tal como a framework proposta originalmente por Hoven e Eggen (2004;2005), introduz um importante mecanismo de adaptabilidade que consiste na liberdade de escolha de objectos físicos e dos conteúdos e funções digitais associados. Contudo, este projecto apresenta, quanto a nós, ainda um conjunto de sérias limitações que impedem os objectos pessoais de se transformarem em verdadeiros artefactos adaptáveis. De facto, apesar do grau de adaptabilidade oferecido pelo sistema, este último perspectiva os objectos pessoais do quotidiano como um mecanismo de input/output ou, se preferirmos, como uma mera interface entre o mundo físico e o mundo digital. Este facto é uma consequência do modelo conceptual, o qual foca a adaptabilidade em torno do conceito da memória e da recuperação de recordações, mas também da arquitectura do sistema. A necessidade de um leitor para activar o conteúdo é algo externo ao próprio objecto pessoal, e impõe uma mudança física de contexto no sentido a que obriga o utilizador a suspender a actividade actual.

Outro aspecto que acentua a separação conceptual entre o objecto pessoal e o respectivo conteúdo digital é precisamente a separação física entre objecto pessoal e o dispositivo de reprodução do conteúdo digital (computador, TV, reproduzidor áudio, etc), levando a que o membro do ambiente doméstico perspetive os objectos pessoais como interfaces.

Um artefacto não se limitaria apenas a representar ou controlar informação do mundo digital; ele incorporaria tais propriedades na sua “essência” e na sua aparência física. A distinção entre interface e artefacto será mais adiante aprofundada.

Capítulo 2. Sinestesia e Mundos Virtuais

A humanidade concebe e produz artefactos há pelo menos 4 milhões de anos e desde a Antiguidade clássica que teoriza acerca da sua relação com eles, ou se preferirmos, da relação com o mundo através deles.

A famosa Lucy, um hominídeo já extinto do género *Australopithecus Afarensis*, descoberta em 1974 por Donald Johanson (1990), viveu a norte da região que é hoje conhecida por Etiópia, local onde foram achadas partes fossilizadas do seu corpo bem como de elementos pertencentes ao seu *habitat*. Entre eles, conta-se o mais antigo registo até hoje conhecido de vestígios que provam a utilização de artefactos fabricados pelo Homem.

Apesar dos avanços do último século, a ancestralidade do Homem é um assunto para o qual a ciência ainda não dispõe de uma resposta concreta ou definitiva. Pensa-se que os primeiros hominídeos terão surgido há cerca de sete milhões de anos do mosaico de ambientes (floresta, bosques, arbustos e regiões

áridas), resultantes das grandes transformações geológicas e climatéricas que tiveram lugar no coração do continente africano, há cerca de 20 milhões de anos atrás (Santos, 1996, p.34-36).

Apesar da incerteza, as ciências humanas sempre se esforçaram por ligar ontologicamente a “essência” do Homem ao uso de ferramentas, ao enraizamento cultural e à capacidade da linguagem necessária a ambos. Porém, à medida que a Etologia foi dando conta do uso generalizado de ferramentas (temporárias e permanentes) no mundo animal, aceitou-se a ideia que o Homem, desde sempre, fabricou artefactos. Não se tratando de um exclusivo do Homem, a técnica ocupa, a par da linguagem, um papel central na compreensão da evolução humana e da sua cultura material.

A fabricação de ferramentas e de utensílios permitiu à humanidade modificar e intervir no meio ambiente. O Homem já não é apenas um animal, como tantos outros, que procura adaptar-se às pressões da natureza; a partir desse momento, é também a própria natureza que é adaptada por via da pressão que o Homem exerce sobre ela. Este processo permitiu-o estabilizar os aspectos contingentes da natureza, libertando-o para aquelas atividades menos relacionadas com a sobrevivência e manutenção da espécie.

As grandes transformações civilizacionais, como a agricultura ou a escrita, nunca teriam ocorrido se a humanidade não tivesse desenvolvido a capacidade de produzir artefactos. Mas esta é uma forma errada de colocar a questão... Não se pode conceber a técnica de forma isolada sem a inscrever nos restantes planos que constituem o mundo da experiência humana.

Mesmo as *teorias da descontinuidade* sobre a origem da linguagem pressupõem um grau mínimo de interdependência entre a técnica, a biologia e a linguagem, embora o pensamento que hoje domina as ciências sociais admita que a cultura e a linguagem tenham evoluído par-a-par.

A concepção de uma ferramenta implica, do ponto de vista cognitivo, não apenas a representação mental da *coisa* mas também a abstração do tempo – de um *antes* e de um *depois*. De facto, a ideia de ferramenta envolve a relação de um sujeito com um objecto no tempo – o estado da coisa *antes* de sofrer a acção

da ferramenta e um *depois*. Tais estruturas mentais, ainda que possam ser perspectivadas numa dimensão pré-linguística, assumem um especial relevo quando entra em jogo a dimensão social e cultural. É hoje aceite que a noção de cultura compreende, desde a sua fundação, a transmissão de conhecimentos relativos à utilização e fabricação de artefactos entre gerações (Casanova, Vicente, Bracinha Vieira, 1996, p.112).

Esse é aliás um dos traços que a caracteriza; um sistema não monolítico de produção e partilha de sentido, que incorpora factos dinâmicos ao longo do tempo. As estruturas cognitivas necessárias para conceber mentalmente os artefactos, não tendo a sua origem na linguagem, constituem os seus alicerces, ao mesmo tempo que possibilitam a comunicação da sua experiência na esfera cultural.

Como referimos anteriormente, é da Antiguidade que nos chega a primeira noção de artefacto. Para Aristóteles, o artefacto designa tudo aquilo que não encontramos originalmente na natureza, ou seja, qualquer objecto produzido pelo Homem (Aristóteles, Física, livro II).

A noção aristotélica de artefacto incorpora de forma subtil uma segunda ordem de ideias que irá sobreviver até aos dias de hoje, e que consiste em associar uma dimensão artificial ao Homem sapiente capaz de dominar a natureza através da técnica, à qual se contrapõe a associação do mundo natural à ideia do Homem ancestral, que vive em harmonia com a natureza, tal como os restantes animais.

Um dos momentos mais eloquentes e representativos deste dualismo foi celebrizado na nossa cultura por Arthur C. Clark e Stanley Kubrick na obra “2001 Uma Odisseia no Espaço”. Na sequência inicial do filme, após tocar um objecto em forma de monólito, a manifestação de algo transcendente, um Hominídeo abandona a sua condição ancestral e transforma-se no Homem sapiente, o mesmo que está na origem daquele que conhecemos hoje. Um osso pertencente ao mundo natural torna-se agora numa arma, num instrumento carregado de intencionalidade. Desse artefacto ancestral nascem todos os outros que no futuro virão fazer parte da nossa cultura material. Para enfatizar esta ideia, o grande

plano do osso é encadeado visualmente com o plano de uma nave espacial, sugerindo uma elipse temporal.

Actualmente preferimos apelidar a técnica tecnologia, sublinhando desse modo o facto de se tratar de uma técnica apoiada no paradigma da ciência. Nos últimos cinco séculos, o desenvolvimento da ciência e as transformações que ocorreram no tecido social e económico da Europa, culminaram na revolução industrial e puseram em marcha as condições para a instauração de uma sociedade mediatizada.

Os avanços na Química e na Física tornaram possível fixar o mundo em imagens através de dispositivos de figuração automática. A Fotografia foi o culminar de um processo que começou a ser esboçado pela técnica da perspectiva do desenho e da pintura no mundo renascentista. As suas repercursões foram profundas, na década de 1930, no célebre ensaio *The Work of Art in the Age of Mechanical Reproduction*, Benjamin dava conta das principais transformações que se fizeram sentir na Pintura, no estatuto do artista e na recepção da obra de arte, em consequência da facilidade com que se podiam reproduzir as imagens (Benjamim, 1968). Em certa medida, Benjamin anteviu as consequências sociais e políticas do facto de a imagem poder vir a ser ubíqua.

Impulsionada por duas grandes guerras, a electrónica encarregou-se de as difundir pelo mundo inteiro. Ao longo do século XX, a Fotografia, o Cinema, a Televisão e os meios de comunicação em geral virtualizaram o mundo real e, em certa medida, substituíram-no.

É neste terreno propício que as redes digitais, nos últimos 25 anos, se desenvolvem e se afirmam com o mais importante espaço de comunicação da actualidade. Escolhe-se o termo “espaço” e não “meio”, porque se acredita que os sistemas de informação e comunicação à escala global – a Internet - são muito mais do que um meio. Trata-se de um espaço antropológico na verdadeira acepção da palavra, pois ao contrário de outros meios de comunicação que mediatizam a experiência humana, certas modalidades do mundo digital são constitutivas da própria experiência. Fazem funcionar um ciberespaço, isto é, mundos parecidos ao da realidade física tanto ao nível do seu modo de

funcionamento como pelas estratégias de mediação dos processos comunicativos.

A Internet surgiu no final da década de 1960, mas até ao seu uso se generalizar por todos os sectores da sociedade esteve, na sua fase inicial, confinada ao uso militar e a alguns centros universitários. O seu momento chegaria duas décadas mais tarde quando a indústria dos jogos, das telecomunicações e da informática introduziu nos lares e nos locais de trabalho o computador pessoal.

A experiência de utilização das redes digitais esteve, desde o momento em que se massifica, associado ao computador pessoal. A *Human-Computer Interaction* (HCI), a ciência que estuda a relação entre o mundo da máquina e o mundo humano ganhou um crescente protagonismo à medida que a sua expansão passava a incluir os grupos de pessoas não especialistas. O uso do computador nestas franjas da sociedade torna-se discricionário e as ciências de computação terão de adaptar a forma como concebem o software de modo a incluir o “factor humano”.

Um dos aspectos mais marcantes da experiência nestes mundos é, tal como na maioria dos processos de comunicação mediatizados, a ausência de uma dimensão física. Tudo se passa no interior de uma “imagem”, uma representação simbólica, da qual o utilizador não faz parte. Por essa razão, durante a experiência de utilização, são introduzidas certas convenções para que o utilizador possa interagir com o mundo digital. As interfaces físicas convencionais, como o rato ou o teclado, são disso prova – são mecanismos que codificam as acções do corpo no mundo das representações. Os artefactos que encontramos no mundo digital virtualizam coisas e acções do mundo real: as interfaces gráficas apelam a uma fisicalidade inexistente, como são exemplo as janelas, os botões e o menus que funcionam como se existissem numa realidade física.

Nos últimos 15 anos têm surgido novos modos de pensar a relação com a tecnologia digital. Estas recentes abordagens tentam restabelecer a relação “natural” com o mundo, introduzindo nos artefactos digitais a fisicalidade que lhe faltava. O tema dos media tangíveis é, neste contexto, especialmente pertinente.

As neurociências mostram que quando agimos no mundo real existe uma forte interdependência entre a sensação táctil e as acções físicas, como andar ou pegar numa caneta. Na verdade, trata-se de um único processo neuronal (O'Doherty, Lebedev, Ifft, Zhuang, Shokur, Bleuler, et al, 2011). O nosso entendimento do mundo, a experiência originária, provém de um conhecimento que é essencialmente prático. Os média tangíveis constituem, em grande medida, um regresso ao mundo real.

2.1 Da representação à simulação do mundo

O paradigma dos Mundos Virtuais, mais do que comunicar a experiência do Homem no mundo, como o fazem a televisão, o cinema e grande parte dos conteúdos interactivos na *Web*, funda-se na crença de que o agir humano no mundo pode ser permutado pela acção no plano das imagens. A Realidade Virtual, surgida no final da década de 1980, trazia consigo a promessa de integrar o sujeito no interior do mundo das aparências pela via da interactividade digital, simulando o mundo, ao mesmo tempo que lhe conferia um corpo nesse mesmo mundo.

O seu relativo insucesso parece dever-se à dificuldade tecnológica de se conceber sistemas que simulem no corpo do sujeito os estímulos hápticos. De facto, não tanto na sua aparência mas na sua fisicalidade, o mundo tem resistido às várias tecnologias de simulação. Face a este impasse, como vimos anteriormente, desenvolvem-se, paralelamente à Realidade Virtual, estratégias de simulação mistas designadas de *Mixed Realitys*²⁸.

Caracterizar o espaço da experiência desta modalidade de interacção convoca necessariamente o problema da mediação. Parece-nos de maior utilidade olhar para este espaço como um mar, que é um meio onde podem existir e navegar diferentes formas de mediatização, com lógicas de poder, de comunicação e

²⁸ A “Realidade Aumentada” e os media tangíveis - *Tangible User Interfaces* – TUI, são exemplos em que a estratégia de simulação abdica de tentar recriar estímulos de ordem perceptiva do tacto e opta por integrar o próprio cenário real e os objectos tangíveis como elementos da simulação

regras muito próprias. Bragança de Miranda (1999) fala-nos d'o *mar dentro do mar*, recuperando o conceito de *heteropias* de Foucault (p.312,313). Nessa metáfora, o *ciberespaço* poderá assumir-se enquanto espaço de controle com regras e culturas específicas, como um barco de piratas a navegar no mar. A partir do Século XIX, assistimos a uma proliferação de dispositivos que automatizam a figuração em imagens. Os media que emergiram deste substracto de ordem tecnológica como a fotografia, o cinema e mais a tarde a televisão, constituíram as peças fundamentais de toda uma cultura mediatizada que caracterizou a sociedade ao longo do século XX. A *imagem* determinada por estes media é apreendida pelo sujeito da mediação como uma evidência do mundo, devido à forma como estes dispositivos técnicos repetem o sistema ocular humano no seu processo de descodificação do mundo.

O problema da mediação resulta da natureza dicotómica inerente a um qualquer sistema de representação. Por mais verosímil que a imagem seja relativamente ao real ela é ainda uma *mimesis*; como o reflexo do rio na antiguidade que separa o mundo e os seres em dois planos (corpo e figura, coisa e imagem, real e irreal, sujeito e mundo).

É a imagem fotográfica que inicia toda uma crise que se vai agudizando ao longo do século XX. A automatização da figuração e a sofisticação da suas imagens permite-nos cada vez mais ocultar todo o processo de mediação. A palavra cão “não morde”, se bem que quando se trata de uma imagem fotográfica, ao contrário da palavra, temos a evidência do ser no mundo. Este paradoxo já tinha sido debatido por Barthes, que encontrou no conceito de *suspensão* do tempo o território e o limite da mediação na fotografia.

Porém, Flusser torna claro que a imagem técnica nos sujeita a um nível de mediação mais perigoso²⁹ ao afirmar que a fotografia a cores *mente* mais; uma

²⁹ O autor alerta para o paradoxo que se dá na imagem técnica pela inversão da lógica semiótica do signo e o sobressalto que daí advém. De facto, na fotografia o *referente* parece surgir antes do signo: “ Quem vê a imagem técnica parece ver o seu significado, embora indirectamente. O carácter aparentemente não-simbólico, objectivo, das imagens técnicas faz como que o seu observador as olhe como se fossem janelas e não imagens.” e prossegue “ O observador confia nas imagens técnicas tanto quanto confia nos seus próprios olhos. Quando critica as imagens técnicas (se é que as critica), não o faz enquanto imagens, mas enquanto visões do mundo”.(Flusser, 1980, p.34)

vez que “é mais abstracta que a fotografia a preto-e-branco. Mas as fotografias a cores escondem, para o ignorante em Química, o grau de abstracção que lhe deu origem. As fotografias a preto e branco são, pois, mais “verdadeiras”. E quanto mais “verídicas” se tornarem as cores das fotografias, mais estas serão mentirosas, escondendo ainda melhor a complexidade teórica que lhe deu origem” (Flusser, 1980, p.60).

Esta noção de *aparelhamento* do sujeito é muito próxima daquela que Edmont Couchot operacionaliza relativamente à condição do sujeito no *ciberespaço*. Aí, a interactividade toma o rumo que os media tradicionais haviam tomado desde o nascimento da fotografia, aprofundando o sentido e a procura da *não-mediação* do mundo – a *imediaticidade*. No limite, o ideal subjacente aos media interactivos culmina na integração do sujeito na obra. Se há nesta passagem, pelo menos no plano ideológico da técnica, uma certa continuidade, assistimos simultaneamente a uma ruptura na condição do sujeito. É a codificação numérica ou digital da informação que possibilitou aos novos media electrónicos operar *simbólica* e matematicamente sobre os fenómenos e constituir um espaço de simulação interactivo.

A imagem digital, aqui tomada no sentido em que é determinada a partir da negociação em tempo real com os utilizadores, apesar de erigir-se sobre um sistema de representações do mundo, ela própria aspira a ser mundo, complexificando a relação sujeito-objecto (Couchot, 1999, p.27).

É a partir da crise do sujeito, cujo o *aparelhamento* pela técnica oferece a experiência do corpo no plano das figuras;

[...] a imagem numérica busca reconstituir o real, já não apenas na sua maneira de aparecer, mas na sua maneira de ser e na sua maneira de devir, na sua estrutura e no seu funcionamento, nas suas leis internas. O sujeito aparelha-se doravante a uma máquina de tipo completamente novo, que já não visa, no seu princípio, representar o mundo mas simulá-lo (p.25).

Quando falamos da crise do sujeito, estamos a falar, afinal de contas, da crise da representação. Em sintonia com esta ideia Rodrigues (1993) falava-nos que “este processo é tanto mais premente quanto a natureza sistémica dos inventos mais recentes converte a natureza e o modo de funcionamento dos objectos técnicos numa esfera que tende a confundir-se com a dos objectos naturais.” (p.73). O autor dá conta que a miniaturização dos dispositivos técnicos fazem esquecer a sua artificialidade. Mais à frente, procuraremos enquadrar este argumento à luz da noção de experiência e de intersubjectividade.

A imagem contemporânea, sobretudo aquela que busca o ideal da *não-mediação*, tem raízes profundas na história da civilização humana. O poeta chinês Chuang-Tzu que viveu no Século IV a.C. alude ao carácter *sinestésico* do sonho. Nessa parábola, sonhou que era uma borboleta e quando acordou já não sabia se era Chuang-Tzu que sonhava ser uma borboleta ou uma borboleta que sonhava ser Chuang-Tzu.

Durante os anos de 1960 e 1970, o paradoxo da não-representação está presente na obra de Stanislaw Lem (1971), por via dos mecanismos químicos das drogas alucinogénicas em *O Congresso Futurológico*. Neste romance a humanidade vive num mundo simulado e é incapaz de o distinguir do mundo real. Em *Solaris* (Lem, 1961), o mecanismo de *sinestesia* é protagonizado pela transcendência. A experiência do protagonista é determinada pela aparição do fantasma da sua mulher. A sua última e derradeira expressão tem chegado a nós por via do digital, como é o caso da *matrix* que faz funcionar o ciberespaço em *neuromancer* (Gibson, 1984).

2.2 A crise da representação

O espaço da simulação, que caracteriza imagem contemporânea, opõe-se à noção de representação, e visa substituir os seu simulacros. Os media, que se baseiam em simulacros, pressupõem que “um signo possa *trocar-se* por sentido” e, inversamente, a simulação pela sua estratégia de recriação dos sintomas do

real *finge ser* uma aparência e “ parte do princípio de equivalência do signo e do real (mesmo se esta equivalência é utópica, é um axioma fundamental).” (Baudrillard, 1981, p.12).

A *não-mediação* é um termo perigoso nas teorias da comunicação. Não existe enquanto lugar na comunicação; é simplesmente uma impossibilidade, pois qualquer mensagem será sempre mediada. O que pretendemos dizer então quando nos referimos à *não-mediação*?

Em primeiro lugar, e recuperando a última ideia de Baudrillard, a *não-mediação* é antes de mais um lugar utópico a que as tecnologias digitais de simulação do real, ainda assim, procuram chegar. A Realidade Virtual³⁰ procura recriar um espaço de simulação recorrendo exclusivamente a cenários virtuais, mas que pretende sejam apreendidos ou percebidos como reais. Dito de outro modo, a Realidade Virtual procura recriar no espaço da simulação a experiência que o sujeito tem com o mundo real.

O ideal da não-mediação, independentemente de ser atingido por via da transcendência, das drogas alucinogénicas, da Realidade Virtual ou da Realidade Aumentada, o sujeito apreende o mundo simulado como se tratasse do mundo real. Nesse lugar não existem as interfaces, pois o espaço da simulação coincide na plenitude da sua temporalidade com a temporalidade perceptiva do sujeito. Este desejo manifesta-se no axioma da Realidade Virtual e é enunciado por Kerckhove que para tal cita Luis Racionero “a acção é visceral e não há necessidade de simular *interfaces* simbólicos, já que os objectos deste mundo a 3 dimensões podem ser directamente manipulados”. Kerckhove conclui que a finalidade é “remover os *interfaces* para atingir o contacto directo, para atingir directamente o pensamento, tal como acontece na vida real” (Kerckhove, 1995, p.83).

Claro que se trata mais uma vez de uma aporia. Uma vez chegados a este nível verificamos que na própria experiência do real não existe *imediaticidade*.

³⁰ O termo Virtual é aqui utilizado para se referir a algo que não possui existência mas que pretende ser verosímil com a experiência do real. No sentido rigoroso do termo, dado pela filosofia, virtual opõe-se antes ao *actual* sendo tudo aquilo que se encontra disseminado no plano do *possível* mas que ainda não se actualizou. Trata-se pois de existir em potência (Lévy, 2001).

Podemos apontar dois argumentos primários para este dilema. O sujeito da comunicação não pode, em situação alguma, conferir como se manifesta no *outro* (o interlocutor) a mensagem. Por outro lado, o corpo é ele próprio o último e derradeiro *interface*. Como teremos oportunidade de aprofundar nos próximos capítulos, as ciências da comunicação já ultrapassaram este dilema, o mundo, enquanto lugar da experiência, é sempre mediado pela linguagem (que atravessa as modalidades da experiência humana e, por conseguinte, todos os espaços antropológicos), seja ela verbal, não-verbal ou para-verbal.

Capítulo 3 - O problema da intersubjectividade

3.1 A abordagem fenomenológica

A abordagem fenomenológica deixou uma profunda marca no pensamento filosófico que viria, ao longo do século XX e na actualidade, a dominar o pensamento das ciências humanas. O fenomenologia Husserliana assenta na separação do objecto que existe fora do sujeito daquele que é cognoscível e que se apresenta ao sujeito através de suas representações mentais (essências ou propriedades essenciais).

Ao contrário do dualismo cartesiano, a fenomenologia não se interessa primordialmente por tais objectos, isto é, pelos fenómenos que consideramos como factos empíricos. Procura antes descrever o modo como estes se manifestam na consciência e são apreendidas (*Vorstellung*) pelo sujeito no contexto da pura intuição (Husserl, 1913, §65).

Husserl atribui à consciência a propriedade da intencionalidade, a qual direcciona o acto de conhecimento – a consciência é sempre a consciência de “algo” - esse facto torna a experiência individual. A teoria da intencionalidade propõe que o acto de pensar, independentemente do seu objecto, já se encontra previamente “carregado” de intencionalidade, isto é, trata-se de um pensamento direccionado à priori.

A experiência, perspectivada pela fenomenologia, é organizada em torno de dois processos mentais correlacionados entre si, a que Husserl (1913) apelidou de *Noema* e *Noesis*. Eles correspondem, respectivamente, ao estado ou modo mental (a intencionalidade) e ao objecto propriamente dito do qual se tem a consciência e cujo o modo mental diz respeito³¹. A consciência de algo (*noesis*), digamos de uma macieira, está associada ao modo como pensamos nela (*noema*)³², por exemplo, se gostamos dela, se a recordamos ou simplesmente a percebemos; “In every case the noematic correlate, which is called sense here (in a very extended signification) is to be taken precisely as it inheres «immanently» in the mental process of perceiving, of judging, of liking; and so forth; that is, just as it is offered to *us when we inquire purely into this mental process itself*”³³ (§87).

A ideia do Homem conseguir ser capaz de se apoderar, através de um certo método, da “verdade” do objecto – os alicerces do racionalismo cartesiano - começa por ser posta em causa no pensamento de Kant, e será definitivamente abalada pela perspectiva fenomenológica.

Para Husserl, a experiência do mundo constitui-se e é uma qualidade do sujeito. Este facto tem, por si só, um enorme valor. Posiciona o problema da

³¹ O autor (Husserl, 1913) exemplifica alguns modos mentais que se traduzem em objectos de intencionalidade: “Perception, for example, has its noema, most basically its perceptual sense, i.e., the perceived as perceived. Similarly, the current case of remembering has its remembered as remembered, just as its <remembered>, precisely as it is “meant,” “intended to” in <the remembering>; again, the judging has the judged as judged, liking has the liked as liked and so forth” (§87).

³² O objecto da intenção (noema) consiste precisamente no estado psicológico em que a mente se encontra quando toma consciência de algo: olhar para uma macieira seria um noema-percepção enquanto que recordar uma macieira seria um noema-recordar, etc. “ I perceive the physical thing, the Object belonging to Nature, the tree there in the Garden; that and nothing else is the actual Object of the Perceptual «intention»” (Husserl, 1983, §90).

³³ Os itálicos são do autor.

experiência e da relação com o mundo físico, no sujeito. Uma nova centralidade, nas questões relacionadas como a comunicação ou técnica, tão importantes para o nosso estudo. O primeiro embate da fenomenologia manifesta-se na esfera epistemológica, vindo mais tarde a ser confirmada noutros níveis de conhecimento, como por exemplo na percepção, através da obra de Merleau-Ponty (1945), designadamente *Phénoménologie de la Perception*.

Husserl (1913) classifica a atitude do senso comum, por oposição à do exame fenomenológico, como a atitude “natural”, que se caracteriza pelo desconhecimento ou pelo acto de ignorar o pressuposto da intencionalidade. A atitude natural corresponde àquela em que o sujeito assume que as coisas, tal como ele próprio, existem no “reino transcendente” da realidade física e espacial. Esta atitude pressupõe que tanto o objecto mental da percepção, assim como o modo mental a ele associado (gostar, lembrar, julgar, etc), correspondem a estados físicos pertencentes a pessoas reais - “[...] between the real person or the real perception, and real apple tree, there exist real relation” (§87)³⁴. Isto é, pressupõe uma relação (pelo menos de natureza física) entre o objecto do mundo real e a sua percepção.

Husserl ao definir a atitude fenomenológica está indirectamente a construir a base de toda uma visão sobre a própria noção de subjectividade. Como já referimos anteriormente, a fenomenologia não se interessa pelos objectos do mundo real, que considera como se tratando de essências transcendentais. Tão pouco se interessa pela relação entre tais essências absolutas do mundo real e o objecto percebido. Por sua vez, a atitude fenomenológica preocupa-se antes em investigar de que forma as essências do objecto, enquanto atributos mentais, se revelam na consciência do sujeito. Abandonar a atitude natural e adoptar a atitude fenomenológica, Husserl apelida este acto de redução fenomenológica e interroga-se, em especial, sobre qual a relação entre o processo mental da intencionalidade, *noema*, e o objecto do qual se tem consciência, *noesis* ?

Para Husserl (1913) essa relação é dada na “pura imanência” devido ao facto dos modos mentais de intencionalidade nascerem no fluxo transcendental próprio

³⁴ Neste ponto, é visível que tanto o senso-comum como o dualismo cartesiano partilham desta mesma atitude “natural”.

do processo mental (§88). Ou seja, o objecto mental da intencionalidade direcciona o pensamento acerca de algo, mas a relação entre ambas é de ordem transcendente.

O que podemos concluir deste resultado? Em primeiro lugar, que a experiência fenomenológica é eminentemente subjectiva, na medida em que se resolve no interior do sujeito. O mundo físico e sensível está para o sujeito apenas enquanto objecto da experiência, “It must always be borne in mind here that whatever physical things are — the only physical things about which we can make statements, the only ones about the being or non-being, the being-thus or being-otherwise of which we can disagree and make rational decisions — they are as experienceable physical things” (§47).

Em segundo lugar, que o conceito de “imanência” e de transcendência, empregues para descrever e fundamentar a relação entre os objectos mentais, conferem à experiência um carácter de incerteza, de indeterminação e singularidade.

3.1.1 O Horizonte de intencionalidade

A noção de *Horizonte de Intencionalidade* assume, no pensamento de Husserl, um papel central na forma como nele é entendida a subjectividade. Até aqui introduzimos a abordagem fenomenológica de um ponto de vista unicamente estático. Como se caracteriza no sujeito a experiência de um mesmo objecto mental em vários cenários? O que interliga no interior da mente do sujeito os vários eventos de natureza fenomenológica?

Husserl trata as experiências indexicais, experiências que personificam os nomes próprios, enquanto experiências singulares. Dado que, nestes casos, o objecto da experiência se trata de uma coisa em particular, o objecto de intencionalidade que lhe está associado não se refere apenas ao cenário atual (presente) mas a todos os cenários possíveis (em potência). Deste modo, a experiência de uma coisa em particular não se refere apenas às circunstâncias

factuais ou empíricas que constituem o cenário no qual a experiência acontece, mas também a um âmbito mais alargado que engloba as realizações possíveis dessa mesma experiência. Por exemplo “if you see something as a table, you will expect it to appear to you in certain ways if you go around and observe it.” (Beyer, 2011, §4). O conjunto de cenários possíveis, que existem em potência e que no futuro poderão vir ou não a ser atualizados, constitui o território mental de expectativas ao qual o sujeito associa um determinado objecto de intencionalidade. Husserl chama a este espaço o *horizonte de intencionalidade* da experiência indexical, a experiência comporta assim uma gama de expectativas e não apenas a vivenciação de fenómenos factuais e circunstanciais. O mundo atual é apenas um caso particular do conjunto de mundos possíveis “[...] is the correlate of our factual experience, called «*the actual world*», as one special case among a multitude of possible worlds and surrounding worlds which, for their part, are nothing else but the *correlates of essentially possible variants of the idea, "an experiencing consciousness"* with more or less orderly concatenations of experience” (Husserl, 1913, §47)³⁵.

A noção de experiência para Adriano Duarte Rodrigues parece ir ao encontro da distinção que Husserl faz entre a experiência atual, correspondente aquela que é efetivamente vivida pelo sujeito, e o horizonte de intencionalidade, ou seja, os mundos possíveis que são integrados por força das expectativas; “Deverei começar por esclarecer que o domínio da experiência não se confunde com o domínio da experimentação. Enquanto a experiência capacita o seu possuidor para compreender sempre novas situações, ainda não experimentadas, [...] a experimentação incide sobre fenómenos novos ainda não compreendidos ou, pelo menos, insuficientemente compreendidos” (Rodrigues, 1999, p.2).

Parece-nos oportuno sublinhar, pelo papel importante que vai esse argumento virá a desempenhar na fundamentação do modelo conceptual ATA (que será proposto no capítulo 1 da 2ª parte), o modo como no pensamento de Husserl as experiências singulares (indexicais) que compõem o horizonte de intencionalidade do sujeito são organizadas ou interligadas entre si. O mecanismo em causa

³⁵ Os itálicos e os parênteses são do autor.

consiste na crença, isto é, duas experiências singulares são determinadas pelo mesmo objecto de intencionalidade caso o sujeito acredite tratar-se do mesmo objecto representado. Novamente, Husserl apresenta um critério de natureza subjetiva mas, neste caso, o elo que consolida o espaço da experiência e lhe confere a identidade no tempo, consiste num plano de ordem superior, o da crença. A consciência estaria estruturada em níveis ou camadas, nas quais são encadeadas as experiências e o sistema de crenças acerca dessas mesmas experiências (Beyer, 2011, §4).

3.1.2 Empatia e cultura

A redução fenomenológica e o horizonte de intencionalidade juntos constituem a base para uma compreensão acerca da origem e produção da experiência no sujeito. Sendo a experiência do mundo apreendida na mais pura subjetividade, no interior do “eu”, como se manifesta aí a experiência de outros sujeitos?

O solipsismo é um termo filosófico que designa a noção de que nada existe fora do *eu*, tudo o resto é uma ilusão: do ponto de vista epistemológico nada podemos conhecer a não ser os processos mentais e suas próprias modificações. Husserl procura distanciar o pensamento fenomenológico da visão dogmática do solipsismo³⁶ e, tendo como ponto de partida essa sua preocupação, desenvolve a noção de intersubjectividade e interroga-se sobre *como as coisas do mundo estão para toda a gente* (Husserl, 1931, §42).

Uma leitura atenta da teoria fenomenológica não deixa dúvidas sobre as diferenças entre ambas doutrinas. Ao contrário do solipsismo, a abordagem fenomenológica não recusa a existência do mundo físico, factual e empírico; o que ela propõe é que, dado que o mundo objetivo é de constituição transcendental – o domínio das essências absolutas –, para compreendermos o modo como o sujeito conhece o objecto não devemos estar preocupados com elas em primeira mão, mas sim na forma como se manifestam e são apreendidas

³⁶ Essa preocupação marca o início da 5ª meditação cartesiana, na qual Husserl aprofunda a noção de intersubjectividade; “Should not a phenomenology that proposed to solve the problems of Objective being, and to present itself actually as philosophy, be branded therefore as transcendental solipsism ?” (Husserl, 1931, §42).

na mente do sujeito através das estruturas da consciência.

A intersubjetividade levanta a questão da interdependência de outros sujeitos na construção da experiência individual e subjetiva. Do modo como estão relacionadas as experiências subjetivas entre vários sujeitos. Para integrar este novo plano no seu pensamento, Husserl retoma a ideia da consciência organizada em diferentes camadas, as mesmas que sustentam a noção de horizonte de intencionalidade.

Assim, Husserl (1913) propõe que no palco da consciência a intersubjetividade se manifeste numa ordem superior relativamente ao da constituição noética-noemática; “The *next higher level* is then the *intersubjectively identical physical thing* — a constitutive unity of a higher order. Its constitution is related to an open plurality in relation to subjects «understanding one another».”³⁷ (§151). A empatia (*empathy*) é o mecanismo de mediação que explica e assegura a experiência intersubjetiva. Ou seja, entre o mundo natural e objectivo partilhado por um conjunto de sujeitos, e as respectivas experiências constituídas individualmente no mundo intersubjetivo.

O problema fundamental consiste, então, em saber como manter a coerência formal da abordagem fenomenológica, que propõe o abandono da atitude natural sem, por um lado, incorrer no solipsismo e, por outro lado, remeter para uma categoria transcendente ou apriorística os argumentos que fundamentam a intersubjetividade. Na moldura fenomenológica, o *outro* não pode *estar em mim*, a não ser através de um dispositivo de intencionalidade da consciência. Sendo-me impossível viver na primeira pessoa os outros sujeitos, Husserl interroga-se sobre quais os dispositivos de intencionalidade, sínteses, motivações ou sentidos, através dos quais o *outro* se manifesta na minha esfera fenomenológica. A este respeito, Husserl considera que o Ego de cada um, através de um mecanismo de identificação ou *empatia*, apreende o outro como se estivesse no seu lugar; “After all, I do not apperceive the other ego simply as a duplicate of myself and accordingly as having my original sphere or one completely like mine [...] I apperceive him as having spatial modes of appearance like those I should have if I

³⁷ Os itálicos são do autor

should go over there and be where he is” (Husserl, 1931, §53).

O sentir-se *na pele* de outro sujeito é um modo do pensamento particular - um objecto de intencionalidade da consciência - o modo *Outro*. A apreensão de um outro sujeito pode ocorrer de duas formas distintas e mutuamente exclusivas a que correspondem os modos espacio-temporal *aqui* e *ali*. O *aqui* consiste na consciência do *Eu* enquanto autor da experiência e do meu mundo primordial; “I am *here* somatically, the center of a primordial «world» oriented around me”³⁸ (§54). O conteúdo da experiência do *aqui* é sentida como propriedade³⁹ exclusiva do meu ego e de mais ninguém (o sentido de si inerente ao ego). Por sua vez, quando percepciono o meu corpo no mundo, ou quando percepciono o de um outro sujeito, trata-se do corpo no modo *Outro*. Neste caso o seu modo de aparecer na consciência, o *ali*, não está sincronizado com *aqui*. O outro sujeito é apreendido na minha esfera fenomenológica no modo *ali* e esse facto direcciona o meu pensamento acerca dele: um ser animado que, tal como eu, é dotado de um *aqui* e portanto de um Ego.

Husserl (1931) distingue dois processos na apreensão do *Outro*. A *apercepção*, de natureza associativa, corresponde ao “se Eu estivesse Ali”, ou seja, quando o corpo externo *ali* recebe, por analogia, o sentido do meu – um organismo animado, pertencente a um outro “mundo”, análogo ao meu mundo primordial. Transfiro para o meu Ego, por associação, o que aquele corpo “faz” ou que “pode fazer” *ali* (§54).

Contudo, como esse corpo externo é-me dado perceptivamente, torna-se também o centro de uma *apresentação*⁴⁰, que na minha experiência corresponde ao *Eu estar ali como estivesse a aqui*. Estamos perante uma redução de natureza fenomenológica de 2ª ordem (a segunda *epoché*). A expectativa de que outros sujeitos, por serem meus semelhantes, se comportarão enquadrados por um sistema de crenças que me são familiares, permite-me adscrever aos outros actos intencionais sem que para isso tenha de realizar uma inferência por

³⁸ Os itálicos e as aspas são do autor.

³⁹ Tradução de Owness.

⁴⁰ A tradução para português deste conceito introduzido por Husserl é difícil. A palavra original na língua alemã *Appräsentation* foi traduzida para o inglês *apresentation* (ap.presentation).

analogia com o meu caso em concreto (Beyer, 2010, sec 7).

Identificado o processo através do qual o sujeito, na esfera fenomenológica, apreende a experiência de outros sujeitos, chegou o momento de reposicionar o problema da intersubjetividade desde a esfera individual para a esfera social, portanto, para a cultura.

Tal como os objectos da natureza, os objectos culturais⁴¹ possuem em comum a propriedade de existirem por si mesmos e de *estarem* no mundo *para todos* nós (*thereness-for-everyone*), desde que pertençam a uma dada cultura. Tratando-se os sujeitos de entidades transcendentais, os objetos culturais que integram o mundo da experiência, na sua origem e sentido, referem-se a uma pluralidade de sujeitos, através de constituição ativa de intencionalidade (Husserl, 1931, §44). O facto de, por um lado, o mundo objectivo *existir para todos* e, por outro lado, o sujeito conseguir *identificar-se* com outros sujeitos pertencentes a uma determinada cultura, através do processo de empatia descrito anteriormente, obtemos a confirmação intersubjetiva da existência do mundo *fora-do-sujeito*.

Este resultado é da maior importância, não só porque ultrapassa definitivamente o solipsismo, como demonstra que o mundo objectivo, na esfera fenomenológica, é na verdade constituído intersubjetivamente. A noção de intersubjetividade, indiretamente, evidencia tudo aquilo que é comum (oferecido). A *cultura*⁴² como meio, a partir do qual podemos ter a experiência do Outro, não a original, pois essa é excluída pela segunda redução fenomenológica, mas uma versão dela.

3.1.3 A abordagem da fenomenologia sociológica – a representação do Outro em mim

“Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology” consiste numa compilação de textos a partir de aulas que Husserl leccionou ao longo do ano de 1935, sendo considerada uma obra tardia no contexto do seu

⁴¹ Husserl considera os objectos culturais como tendo um predicado “espiritual” e, como tais, devem pertencer ao mundo da experiência – livros, obras de qualquer natureza, etc;

⁴² Husserl não refere a palavra cultura, mas sim comunidade.

pensamento. Nesta obra, Husserl conduz-nos aos limites da redução fenomenológica e procura compreender a origem da consciência humana. É introduzida a noção de *Lebenswelt*⁴³, uma noção que inspira o pensamento crítico de autores como Heidegger, Satre, Merleau-Ponty, Schutz, entre outros.

Lebenswelt designa o mundo experienciável, de constituição subjetiva e intersubjetiva, por oposição ao mundo objectivo, “verdadeiro” e de constituição teórica. Integra tudo aquilo que é passível de ser objecto da experiência - as *evidências*⁴⁴, as quais são presentificadas enquanto *coisas em si mesmas* (através de sua presença imediata ou recordadas como tais a partir de uma memória) (Husserl, 1935, p.127,128). *Lebenswelt* é, em certo sentido, uma aproximação à noção contemporânea de cultura; a esfera dos eventos humanos, da intersubjetividade, de um sistema de crenças e uma teia de valores que existem previamente e se apresentam como fixos aos sujeitos de uma comunidade. Husserl (1935) viu neste carácter “exterior” e prévio do mundo intersubjetivo face ao sujeito, uma certa analogia com o mundo objectivo das coisas físicas e objecto da atitude natural (p. 139).

De acordo com Beyer (2010), o termo *Lebenswelt* apresenta algumas dificuldades. No seu cerne, denota o modo como os membros de um ou mais grupos sociais estruturaram o mundo em objetos. Da noção de *Lebenswelt* resulta o mundo das expectativas que Husserl designa por *horizonte do mundo*, ou seja, o mundo das potenciais experiências futuras. Este último é governado por padrões e convenções de recorte intersubjetivo; muitas destas estruturas revelam-se ser específicas de uma dada cultura (sec.7).

Schutz prossegue o trabalho de Husserl e desenvolve, no domínio da sociologia, a abordagem fenomenológica. Num importante artigo publicado em 1966, Schutz (1966) retoma a questão, que já havia sido formulada e desenvolvida por Husserl, designadamente de como o outro ego psicológico emerge ou é constituído no meu próprio ego, dado que “[...] is essentially

⁴³ Traduzido para o português como *mundo da vida*.

⁴⁴ Do alemão *Evidenz*, traduzido para inglês como “Evidence”, “Givenness” ou “Self-evidence”. O tradutor da obra refere que o seu significado não deve ser confundido com o uso que vulgarmente lhe é atribuído no contexto dos tribunais, i.e. como “Prova”. Assim adoptámos o significado de “Evidência” (Husserl, 1935, p.127 - nr4).

impossible to experience mental contents pertaining to other persons in actual originarity” (p.7).

Schutz salienta que a abordagem fenomenológica posiciona o sujeito numa categoria prévia relativamente à da realidade objectiva. Assim, a subjetividade da experiência, tal como Husserl havia proposto, é inseparável do ego transcendental. Como a consciência do ego transcendental é prévia a tudo o que é mundano (incluindo os outros sujeitos), o mundo é constituído como uma unidade intencional – o *outro* apenas tem sentido por referência a mim.

A crítica de Schutz centra-se na redução fenomenológica de 2ª ordem, necessária no pensamento de Husserl para viabilizar a constituição do *outro* no ego do sujeito. Esta última redução fenomenológica excluí da minha experiência os objetos de intencionalidade presentes no ego do *outro* sujeito. Como referimos anteriormente, os eventos da minha esfera fenomenológica emergem na consciência como tendo um sentido de autoria - o modo *Aqui*. É através do mecanismo de empatia, a *apresentação* do *outro* na minha consciência, que posso colocar-me no seu lugar e perspectivar como se fosse minha a autoria dessa experiência. Ao fazê-lo excluo automaticamente os modos de intencionalidade inerentes ao outro ego. Em particular, o sentido de autoria ou o sentido de mim mesmo; sendo o *outro* também ele próprio um sujeito, o modo *Aqui* é exclusivamente determinado na sua esfera fenomenológica.

Schutz observou neste processo uma forte contradição – a segunda redução fenomenológica (*epoché*) abstrai da minha mente não apenas os *outros* enquanto seres psicológicos, mas também tudo o que se refere a outros sujeitos, tais como os objectos culturais que co-determinam a minha esfera fenomenológica e, finalmente, do mundo que existe de igual modo para todos. A contradição reside no facto da aplicação da segunda *epoché* reduzir a experiência apenas às intencionalidades actuais e em potência, nas quais o ego se consitui enquanto autor e, ao mesmo tempo, considerar o mundo intesubjectivo como algo que está para todos e não apenas para o ego que opera a *epoché* (Schutz, 1966, sec iii p.19). O mundo primordial do sujeito comporta apenas aquilo que é possível de se tornar objecto de experiência resultante da redução do mundo natural, à

centralidade do ego e ao sentido “de mim mesmo” ou seja, da segunda *epoché*. Husserl, por diversas vezes, distingue ao longo da 5ª Meditação Cartesiana os objectos que emergem nesse mundo primordial entre os que dizem respeito ao sentido de *ownness* e os que não lhe pertencem (os modo de aparecer *aqui* e *ali*).

Schutz (1966) rejeita a segunda *epoché* em favor da noção de intersubjetividade tida como um mundo acessível a todos; “Even within the transcendently reduced conscious life, the phenomenon «world», including the Other, is not experienced as my private synthetical product, but as an intersubjective world objects of which are accessible to everyone” (sec. iii p.20). Os argumentos de Schutz centram-se no facto de, no pensamento de Husserl, o sentido da autoria do ego subordinar a experiência acerca de tudo aquilo que originalmente não lhe pertence (enquanto autor), incluindo as determinações da esfera cultural e as determinações relativas a outras subjetividades.

3.2 A teoria da intersubjetividade de Schutz

A teoria da intersubjetividade de Schutz tem como ponto de partida um conjunto de objecções ou, usando as suas próprias palavras, “dificuldades intransponíveis”. A principal conclusão ou resultado a que Schutz chega consiste no reposicionamento da intersubjetividade de um plano transcendente e de ordem superior à constituição da minha esfera fenomenológica (resultante da 2º *epoché*), como havia proposto Husserl, para um plano prévio relativo à consciência do sujeito.

Como havíamos mencionado, no pensamento de Husserl a constituição do Outro em mim parte da noção de atos de empatia que estão na base constitutiva da experiência intersubjetiva. Esta última tem lugar quando um sujeito, partindo do seu mundo primordial, atribui atos de intencionalidade a outros sujeitos e coloca-se no seu lugar; Husserl entende que o plano da intersubjetividade (segunda *epoché*) emerge num nível superior da consciência sendo posterior à

redução do mundo natural (primeira epoché). Contudo, a constituição da experiência intersubjetiva é objectiva e transcendental; realiza-se através do mecanismo de empatia, o qual considera os sujeitos da relação intersubjetiva como entidades isoladas entre si no mundo natural – cada um constitui a sua própria esfera fenomenológica de forma autónoma. A justificação da intersubjetividade encontra-se no facto do mundo natural dar-se a ambos os sujeitos e, por esse motivo, ser comum para ambos.

A noção de *Lebenswelt* é conceptualmente introduzida por Schutz no pensamento teórico sobre o processo comunicativo através da noção de *surrounding world*⁴⁵. Husserl (1930) explica que os seres humanos são apreendidos na consciência não enquanto “coisas” mas enquanto sujeitos: “The persons who belong to the social association are given to each other as «*companions*» not as *opposed objects* but as *counter-subjects* who live «*with*» one another, who converse and are related to one another, actually or potentially, in acts of love and counter-love, of hate and counter-hate, of confidence and reciprocated confidence, etc”⁴⁶ (§51).

Surrounding world é o lugar onde se dão os atos de comunicação entre mim e os Outros. É, acima de tudo, o mundo da socialização; partilhado por pessoas que, através de atos comunicativos específicos, estabelecem relações sociais recíprocas. Neste processo, o ego direciona-se para os Outros, conscientes deste facto e estes, por sua vez, direcionam também eles o seu para o Eu.

Contudo, *surrounding world* é inseparável do ego do sujeito e, como tal, constitui-se na sua esfera fenomenológica de forma isolada e autónoma dos restantes sujeitos (Husserl, 1930, p.195, 205). Ao mesmo tempo, Husserl define o sujeito nesse espaço comunicativo intersubjetivo como uma estrutura da consciência de ordem mais elevada: “The subjects in communication with one another constitute personal unities of a higher level, the sum total of which, extending as far as actual and possible personal ties do, makes up the world of

⁴⁵ A noção de *Lebenswelt* já havia sido mencionada por Husserl no segundo Volume de *Ideas* (Husserl, 1983, vol II) sob o nome *Umwelt*, que seria traduzido para inglês para “surrounding world” ou “environment” (Beyer, 2010). Schutz, na sua crítica, emprega o termo “surrounding world”, para designar ambas as noções (Schutz, 2010, sec. VI).

⁴⁶ As aspas e itálicos são do autor.

*social subjectivities*⁴⁷ (p. 205).

Podemos afirmar que a abordagem de Schutz ao problema da intersubjetividade (bem como da sociologia e da comunicação) é de base fenomenológica. Schutz, no essencial, aceita como válidos os resultados da primeira redução fenomenológica. Contrariamente à relação epistemológica que opõe as categorias tradicionais do sujeito do racionalismo cartesiano, a abordagem fenomenológica posiciona o sujeito numa condição prévia a mundo natural – o objecto, o mundo natural, constitui-se na consciência do sujeito através da experiência. Contudo, Schutz rejeita liminarmente a noção de intersubjetividade proposta por Husserl. No centro da sua crítica, encontra-se a objecção à ideia que o mundo da comunicação e da sociabilização seja de ordem superior ao da constituição do Outro.

Para Schutz (1966) é precisamente o inverso: o substrato de ordem social, ou se preferirmos, o *surrounding world* que serve de palco aos atos de comunicação, é uma categoria prévia aos próprios atos de comunicação. De facto, a compreensão recíproca e a comunicação pressupõem já uma comunidade de conhecimento; “All communication, whether by so-called expressive movements, deictic gestures, or the use of visual or acoustic signs, already presupposes an external event in that common surrounding world which, according to Husserl, is not constituted except by communication” (sec.VI p.37).

Aprofundando um pouco este raciocínio verificamos que Eu, enquanto sujeito de produção de signos, oriento-me, a mim mesmo, para o Outro, o qual terá de interpretar esses signos como sendo uma comunicação vinda de mim. Por sua vez, Eu terei de pressupor que o Outro, aquele que interpreta os signos, está, enquanto sujeito, orientado para mim e para os meus atos de comunicação; “This reciprocal orientation, which alone makes communication possible, is the fundamental presupposition of every social relationship, so that social relationship cannot be constituted by communication” (sec.VI p.37). Deste modo, o mundo social e cultural integra uma moldura de expectativas que determina, ou pelo menos direciona, a experiência intersubjetiva.

⁴⁷ Os itálicos são do autor.

Para Schultz a intersubjetividade não é um problema de constituição, que pode ser resolvida na esfera transcendental⁴⁸, é antes uma referência (*Datum*) do própria *Lebenswelt* – o mundo quotidiano ao qual pertencem os membros de uma determinada cultura, em última análise, o mundo da experiência. No contexto da filosofia antropológica, a intersubjetividade é a categoria ontológica que está na origem de todas as outras; “The possibility of reflection on the self, discovery of the ego, capacity for performing any epoché, and the possibility of all communication and of establishing a communicative surrounding world as well, are founded on the primal experience of the we-relationship” (sec.VIII p.44).

3.3 As modalidades da experiência

O modo de ser e de conhecer o mundo tem por base um saber subjetivo, adquirido e construído na subjetividade e em interação com outros objetos e outras subjetividades. A experiência não é só o palco das relações intersubjetivas, como também das relações interobjetivas. Estas últimas estão presentes quando Eu, enquanto sujeito, me relaciono com entidades não subjetivas, como são as coisas do mundo natural, desprovidas de consciência e intencionalidade. Contudo, mesmo aí, podemos verificar a persistência do plano intersubjetivo. As ciências naturais, entre as quais as ciências da computação e também todas aquelas que, de um modo geral, têm por objeto o fenómeno da tecnologia e dos artefactos técnicos, adoptam por vezes a atitude natural (não fenomenológica). Esta atitude traduz-se em considerar a relação do utilizador com o objecto da tecnologia como uma relação interobjetiva. Contudo, nessa relação coexiste igualmente um plano de intersubjetividade; a intencionalidade de outros sujeitos, como é o caso dos designers da tecnologia que tiveram de a conceber, desenhar, projetar, produzir e mesmo que indiretamente, encontra-se incorporada no artefacto tecnológico.

⁴⁸ No sentido de uma redução fenomenológica. Concordamos com Carrington acerca da interpretação de Schutz:” [...] intersubjectivity must be dealt with as a problem of the *Lebenswelt* of the natural attitude, not a problem of constitution which can be solved within the transcendental sphere” (Carrington, 1979, 95)

A obra de Adriano Duarte Rodrigues oferece-nos uma visão teórica e contemporânea acerca da experiência e suas modalidades, visão com a qual concordamos no essencial. É no quadro da experiência pós-moderna que o nosso posicionamento, relativamente a Rodrigues, diverge. Contudo, julgamos que esse facto não é impeditivo de incorporar o seu importante contributo ou de adoptar os seus pontos de vista acerca do problema da constituição da experiência e da sua relação com o fenómeno da comunicação.

Começaremos por descrever a origem antropológica da experiência atual e tentaremos identificar as principais modalidades da experiência. Num segundo momento, debruçaremos-nos sobre os processos de *naturalização* que ocorrem no seu domínio. Por fim, tentaremos sintetizar o conceito de intersubjetividade a que chegámos.

3.3.1 Experiência tradicional e a experiência moderna

A experiência tradicional não deve ser confundida com a antiguidade (Rodrigues, 1993, p.49). O que distingue os quadros da experiência tradicional e moderna não se manifesta numa perspectiva cronológica, de “recorte histórico”, mas pelo seus discursos de legitimação, nos mecanismos de produção de sentido na esfera da cultura e que determinam o quadro da experiência humana. É, aliás, o gosto pelo antigo uma das características ambivalentes do moderno, o que dá força à ideia de que ambas as visões do mundo puderam coabitar num dado período da história como, de facto, coabitam na atualidade.

O caráter totalizante da experiência humana tradicional é explicado pela valorização do retorno cíclico dos fenómenos da natureza e da realidade social. É constituído por repetições que aludem a uma mesma experiência originária e transcendente; “o desenrolar dos fenómenos da natureza, a linguagem, a vida colectiva e a vida individual são considerados como um todo indistinto e indivisível” (p. 54).

O mecanismo que ativa a experiência ancestral, que se situa para além dos

acontecimentos contingentes no tempo e da experiência do real, são as narrativas míticas. Também por este motivo a memória opera um papel fundamental, pois incorpora as pequenas inovações técnicas e sociais da experiência contingente na narrativa originária, atualizando-a. Este processo dinâmico da memória é o produto de uma simbiose entre a experiência ancestral e a experiência prosaica do mundo. A inovação não é causadora de instabilidade e de ruptura, é antes integrada num espaço antropológico uno e coeso. Assim, a legitimidade da “racionalidade tradicional reside no facto de, em cada momento, sermos elos de uma cadeia ininterrupta de transmissão de um saber [...] de que somos, ao mesmo tempo, destinatários e destinadores” (Rodrigues, 1993, p. 54).

Outro aspecto interessante da tradição é a profunda dependência do mundo da linguagem em relação ao mundo tangível, na medida em que “nomear as coisas é atingir diretamente a sua própria essência. Os tabus da linguagem [...] dão conta desta relação mágica com o mundo”. São a linguagem e a ação as fontes de legitimação da experiência tradicional. O mecanismo fundamental, que explica a oposição entre as duas modalidades da experiência, prende-se com o facto de a linguagem escrita fixar as mensagens num suporte físico que resiste às gerações, tornando a cultura incapaz de assegurar a integração dos factos contingentes da vida nos mitos e narrativas ancestrais. Neste processo, o papel dinâmico cabe à memória, fruto de uma cultura da oralidade, presente na experiência tradicional - é a autonomização da linguagem que interrompe este frágil equilíbrio (p. 54).

A ruptura com o tradicional acentua-se no século XIX e dissemina-se em dois percursos aparentemente inconciliáveis e antagónicos. Um, de carácter racionalista, que se consolida durante o iluminismo e que recusa as formas de legitimação transcendentais próprias da experiência tradicional e uma segunda, oposta, de natureza anti racionalista que se consubstancia no livre arbítrio marcado pelo ideal Romântico e inspirador das vanguardas artísticas do final do século. Tanto uma como a outra consagram a instância do sujeito enquanto categoria fundamental da modernidade.

3.3.2 A experiência originária

Num estudo mais recente, Rodrigues considera uma terceira modalidade, a *experiência originária* (Rodrigues, 2007), proposta inicialmente por Lyotard e Leroi-Gourhan. Essa experiência alude a um mundo e a um tempo perdido, no qual o Homem estaria determinado instintivamente, tal como os demais animais⁴⁹.

O Homem desenvolveu uma cultura material que lhe permitiu autonomizar-se do mundo natural e de suas regras; eliminou o carácter contingente da natureza, e em seu lugar inventou uma nova natureza à sua medida, mais previsível e mais estável, na qual a necessidade primária de sobrevivência é suprimida.

Contudo, a velocidade com que o Homem deixa de estar sob a ação da natureza é demasiado rápida face ao ritmo com que são deixadas as marcas na sua biologia, por via da seleção natural. São marcas extemporâneas mas que ainda se fazem sentir, e não são apenas as que Rodrigues (2007) refere; “a experiência [originária] que é regulada pelas pulsões e que se manifesta na ordem do desejo” (p.12). Outros desequilíbrios estão presentes e fazem-se sentir. A arte e os objetos da nossa cultura visual fazem uso de um sistema ocular e auditivo que se desenvolveu num contexto adaptativo (caçador-recolector), o qual já não existe.

Por exemplo, a linguagem visual, tal como foi instituída pela escola da Gestalt, previa o *movimento potencial*, as noções de desequilíbrio e equilíbrio, composição visual, etc, baseia-se na ideia de enquadramento (*Frame*) que não é mais do que um rectângulo cuja função é abstrair o mundo. O espectador, face a um plano de cinema, uma pintura ou uma fotografia, sente um desequilíbrio visual, pela simples razão de não poder reenquadrar a composição, ou seja, colocar o foco de atenção ao centro, anulando de imediato o desequilíbrio, tal como faria se estivesse numa situação do dia-a-dia.

Assim, a experiência originária está na fronteira que separa a esfera cultural e o mundo natural e constitui-se “no facto de a maneira como os Homens atualizam o

⁴⁹ Pressupondo que os animais não dispõem de cultura, facto que, em rigor não é verdadeiro. A preposição é válida se a entendermos no sentido em que as disposições culturais têm no Homem um papel preponderante face ao que é vulgar encontrarmos no mundo animal.

funcionamento dos dispositivos que asseguram a sobrevivência, tanto dos indivíduos como da espécie, não estar determinada instintivamente, como nos outros seres vivos, mas depender da aprendizagem de normas culturalmente criadas e institucionalmente controladas” (Rodrigues, 2007, p.12).

O mundo da experiência forma-se sinteticamente a partir destas três modalidades. São modos que coexistem entre si e, por vezes, traduzem antagonismos e conflitos no sujeito; “por mais que recuemos no tempo, observamos sempre alguns traços da experiência moderna” (p.12).

3.3.3 A experiência pós-moderna

De acordo com o célebre texto de Lyotard “La Condition Postmoderne”, cuja primeira edição data de 1979, vivemos hoje uma nova modalidade da experiência, que é a pós-moderna, e que se opõe à experiência moderna, ultrapassando-a. A sua linha de argumentação aproxima-se muito da noção mais recente de globalização; o poder de decisão, que no mundo moderno se organizava politicamente em torno de países (*estados-nação*), parece ter-se transferido, por força de uma sociedade de informação, para outros domínios, tais como o mercado, a sociedade civil ou os tecnocratas. O vínculo social, fruto de colectividades sociais, dissolve-se; em seu lugar, uma sociedade orgânica formada por uma matéria “composta por átomos” sustenta o *si*. Nessa sociedade, uma teia frágil de relações sociais, interliga os indivíduos ao mesmo tempo que os impede de se isolarem (Lyotard, 1979, p.15).

O suporte dessa teia são os novos meios de comunicação globalizados e mecanismos cibernéticos que impõem a sua lógica formal aos processos comunicativos, por exemplo, através dos princípios de eficiência (informação) que não coincidem necessariamente com os sociais. Para Lyotard (1979), esse facto é suficiente para desestabilizar o vínculo social, sem contudo o substituir completamente (p.16). O pós-modernismo refere-se a uma sociedade pós-industrial, cujos discursos de legitimação na esfera da ciência e do social,

modificam-se substancialmente. Os dois grandes vectores que estão na base desta mudança de paradigma são o conhecimento e a narrativa.

A comunicação, apoiada pelos novos suportes e tecnologias, é apontada como o factor de transformação na produção de conhecimento. Lyotard especula sobre o impacto que as redes de comunicação e a miniaturização dos equipamentos teriam no futuro no domínio da aprendizagem e nos modos de conhecer⁵⁰. Considerando a mercantilização do conhecimento por via da tecnologia, Lyotard prevê que se rompa o laço, tipicamente modernista, entre o *produtor* e o consumidor do conhecimento.

Como se estabelece o vínculo social? E como é produzido e veiculado o conhecimento na sociedade pós-moderna?

Numa civilização tradicional e oral, o conhecimento é reproduzido por via da narrativa. Lyotard (1979), identifica e analisa as suas principais propriedades (p.20-23).

i) A narrativa permite que o conhecimento seja personalizado, reflexo da linguagem e da flexibilidade do discurso oral.

ii) A narrativa constitui um mecanismo de construção de identidade cultural porque o seu modo pragmático inscreve as competências sociais específicas de uma cultura (quem e como conta a história? Qual o papel do narrador?) . A narrativa, não tanto pelo valor dos conteúdos, mas antes pela objetificação do mundo cultural, é uma importante fonte de legitimação das instituições sociais (o vínculo social).

iii) O modo de transmissão do conhecimento através da oralidade permite, como regra pragmática, que o narrador adquira um duplo papel: o de destinatário (quando ouve uma história) e de locutor (quando conta uma história). Esse facto, tal como havia sido formulado por Rodrigues para o caso do mito na experiência tradicional, possibilita a perpetuação do mito e, ao mesmo tempo, a sua erosão através do carácter “inventivo” e subjetivo narrador.

⁵⁰ Lyotard, intuitivamente, antevê o impacto da Internet; “It is reasonable to suppose that the proliferation of information-processing machines is having, and will continue to have, as much of an effect on the circulation of learning as did advancements in human circulation (transportation systems) and later, in the circulation of sounds and visual images (the media)”

iv) A narrativa impõe um tempo e uma cadência ou ritmo quando são recitadas. Deste modo, numa determinada cultura, a narrativa “parece” pertencer ao passado, mas na verdade é sempre da ordem do presente (*temporaneous*) - do ato de recitar. Por essa razão, podemos especular, enquanto hipótese, que uma cultura cuja competência chave é a narrativa, “não tem necessidade de se lembrar do passado” (p.22).

A par do conhecimento das grandes narrativas, ao longo do modernismo, cresce um novo tipo de conhecimento, com mecanismos de (re)produção na sociedade; temporalidade e formas de legitimação inteiramente distintas do anterior. Analisaremos este argumento a partir do ponto de vista de Lyotard.

O conhecimento científico não é “personalizável”, depende de um quadro epistemológico objectivo, o qual, por sua vez, não depende nem da sociedade nem dos membros que individualmente a compõem. O discurso da ciência é fundado na lógica e a forma de legitimação do conhecimento depende da verificação e da falsificação.

O primeiro consiste na pretensão que caracteriza a ciência em chegar à “verdade” - a verdade científica claro – e, por essa razão, exige ao cientista a confrontação da realidade objetiva com as suas teorias e modelos, conferindo-lhe validade. Ao contrário do que acontece com o modo transmissão da narrativa, o facto de alguém “ouvir” um relato científico não lhe propicia o estatuto de produtor de conhecimento científico, que no caso do conhecimento da narrativa corresponderia ao estatuto de narrador. Na verdade, o conhecimento da narrativa não dá prioridade à questão da sua própria legitimação.

Por outro lado, a falsificação protege o conhecimento científico do dogma, tornando-o dinâmico. O princípio da falsificação exige que o conhecimento científico tenha que ser questionado e desafiado, impedindo-o que a partir de jogos de linguagem ou de silogismos se instalem teorias que produzam verdades absolutas. A verdade científica é sempre transitória e objecto de constante debate.

O discurso científico exige uma linguagem própria que se autonomiza da linguagem do senso-comum e uma impõe a relação entre os pares. A institucionalização da ciência produz especialistas e condiciona, aos restantes

membros da sociedade, o acesso universal da participação do conhecimento científico. Deste modo, a relação entre o conhecimento científico e a sociedade é de mútua exterioridade (Lyotard, 1979, p. 25). Consequentemente, o vínculo social não é partilhado nem está inscrito no discurso científico, processa-se de modo indireto.

O conhecimento científico, contrariamente ao da narrativa, não fala necessariamente acerca da sociedade, na qual o emissor se insere em particular, nem tão pouco acerca do modo como os membros de uma cultura se relacionam entre si ou com o mundo em geral.

Na sociedade moderna coexistem as duas formas de conhecimento e, naturalmente, uma questão se impõe; como é combinado o conhecimento da ciência com a própria sociedade para dar advença ou se constitui o vínculo social?

3.3.4 Intersubjectividade no mundo contemporâneo

Para Lyotard, a sociedade moderna e pós-moderna combina a sociedade com o conhecimento não narrativo da ciência através da didática, ou seja, do ensino universal da ciência. A didática é implementada em organizações sociais, tais como as universidades ou escolas. No ensino, as regras pragmáticas do conhecimento científico são totalmente distintas das que são postas em ação no conhecimento pela narrativa. O ensino do conhecimento eminentemente científico, recorre a uma linguagem própria. Este processo garante igualmente a transmissão do conhecimento; “Didactics is what ensures that this reproduction takes place. [...] its first presupposition is that the addressee, the student, does not know what the sender knows: obviously, that is why he has something to learn. Its second presupposition is that the student can learn what the sender know and become an expert whose competence is equal to that of his master” (Lyotard, 1979, p. 25).

No mundo da experiência pós-moderna, para Lyotard, o problema da

legitimação do conhecimento científico já não recai sobre si mesmo, uma vez que a globalização dos media tornou possível a construção de uma nova narrativa, ou se preferirmos, de uma meta-narrativa. Os cientistas, hoje, quando anunciam uma *descoberta* fazem-no “by the rules of the narrative game; its influence remains considerable not only on the users of the media, but also on the scientist's sentiments. This fact is neither trivial nor acessory: it concerns the relationship of scientific knowledge to «popular» knowledge, or what itself of it”⁵¹ (p. 28).

Esta perspectiva subentende a narrativa como algo que é inerente à condição humana. A partir da segunda Guerra Mundial, o mundo ocidental assistiu a formas de deslegitimação da ciência e, ao mesmo tempo, acentuou-se o declínio da grande narrativa. Para Lyotard o fosso entre a sociedade e conhecimento científico nunca foi definitivamente ultrapassado, fato que produziu uma crise na ciência.

A noção de experiência pós-moderna proposta por Lyotard está, segundo Rodrigues (2007), na origem de uma linha de pensamento que se desenvolveu nas últimas décadas e cuja principal linha de argumentação se apoia no facto de “o projeto de emancipação e universalidade próprios da experiência moderna [estar] ultrapassado hoje com a implantação dos dispositivos técnicos das redes mediáticas” (p. 18). Julgamos que Rodrigues inclui nesta linha de pensamento as abordagens da cibercultura, o palco privilegiado das discussões que cruzam os temas da comunicação, da arte e da tecnologia.

A crítica de Rodrigues centra-se em torno de duas ideias. A primeira tenta associar aquela abordagem ao equívoco entre o que é informação e comunicação. Ao contrário da informação, aqui entendida como um objecto, a comunicação é um processo complexo e denso que pressupõe uma experiência intersubjectiva e um enquadramento social e cultural. Assim, a internet é vista como um sistema tecnológico que veicula a informação à escala global, mas que no essencial não interfere com a comunicação da experiência humana a qual, segundo Rodrigues (2007), “os mundos que constituem a nossa experiência continuam a estar de maneira incontornável enraizados no quadro das

⁵¹ As aspas são do autor.

comunidades concretas onde os situamos” (p.18). A segunda reforça a ideia que a experiência pós-moderna, como qualquer uma outra, não pode nunca substituir ou ultrapassar as restantes, uma vez que as várias modalidades da experiência devem ser encaradas como estratos ou camadas *que se sobrepõem umas sobre as outras e se apoiam umas nas outras*, usando a metáfora da geologia (p.18).

No seguimento desta quadro de referência, iniciada por Rodrigues, alguns autores, entre os quais Conceição Lopes (2005), desenvolvem um esforço no sentido de aprofundar e actualizar o seu pensamento face aos novos desenvolvimentos que marcam o mundo contemporâneo. Não obstante, Rodrigues (1999) considera que o modo como nós hoje comunicamos a experiência é, no essencial, o mesmo a que recorreríamos caso não existissem as redes globais de comunicação como a Internet. Estas últimas são exemplos de uma tipologia particular da comunicação humana - a comunicação mediatizada – a qual Rodrigues insere no quadro da experiência moderna *tardia* (p. 20). A mediatização é aqui perspectivada como um fenómeno de autonomização dos dispositivos de percepção do mundo, de que a Internet e as tecnologias de informação e comunicação fazem parte.

Esta abordagem considera que o sistema de expectativas e crenças que compõem o horizonte da experiência do sujeito seja constituído localmente, no meio cultural e físico que o envolve. Pressupõe, de igual modo, que os atos de comunicação mediatizados pelos dispositivos tecnológicos estejam já previamente enquadrados nesse horizonte.

Do nosso ponto de vista, esta linha de argumentação apresenta sérias dificuldades e, acima de tudo, não compreende em profundidade a forma como a revolução digital afecta e transforma o nosso horizonte de experiência. No início da sua evolução, a Internet podia ser encarada como um mera plataforma tecnológica para veicular mensagens audiovisuais à distância.

Ao contrário da televisão, que apesar de se ter tornado um fenómeno de comunicação à escala planetária, a Internet possibilitava aos seus utilizadores a bidirecionalidade da comunicação, ou o que se vulgarizou chamar de interatividade. Com a massificação e banalização do computador pessoal, no final

da década de 1980 e início da década de 1990, a Internet tornou-se num dos principais meios de comunicação dos países ditos desenvolvidos. Alguns anos mais tarde, já nos anos 2000, surgiu a denominada Web2.0, ou como também se tornou conhecida, web social. A principal novidade da Web2.0 consistiu na proliferação de sub plataformas, ou serviços no interior da própria rede, capazes de converter cada simples utilizador num produtor de conteúdos. Esta mudança de estatuto permitiu às culturas localmente enraizadas ter uma forte expressão no ciberespaço e começar a interferir umas com outras criando uma certa tensão. Desse confronto esbater-se-ão as diferenças culturais localmente distribuídas, abrindo o caminho para o aparecimento hegemonia cultural à escala planetária? Ou, inversamente, assistiremos à intensificação das tensões entre as várias culturas, fragmentando ainda mais o panorama cultural que caracteriza a atualidade?

A teoria da convergência dos media parte da constatação de que as grandes companhias mundiais relacionadas com os media estariam a expandir-se de forma horizontal, diversificando o âmbito dos seus produtos, em detrimento da expansão vertical, que consiste em deter as várias etapas do ciclo de produção de um único produto⁵². Por outro lado, verifica-se também que as várias tecnologias de comunicação têm vindo a integrar diferentes tipos de media num único dispositivo. Exemplo deste fenómeno de convergência tecnológica é o telemóvel, que permite-nos assistir a conteúdos televisivos, ouvir música, navegar na Internet, jogar, ver o Email ou ainda falar com outras pessoas, num único dispositivo. A convergência é perspectivada, não apenas como uma mudança tecnológica ou um ponto de chegada, mas como um processo que altera a relação entre tecnologias, indústrias, mercados e audiências (Jenkins, 2004, p.3). De acordo com esta teoria, a convergência dos media conduzirá a uma convergência cultural. Todavia, a teoria não oferece uma justificação convincente

⁵² Exemplo de verticalização económica da produção é caso de uma empresa que comercializa telemóveis adquirir os meios de produção das várias etapas que compõem o ciclo de produção do produto, desde as matérias primas até à sua colocação no mercado. Um exemplo de horizontalização da produção é caso da Sony que tradicionalmente se dedicava à comercialização e produção de electrodomésticos e recentemente adquiriu produtoras de conteúdos audiovisuais no sector da música, televisão e cinema.

de como esse processo se constituirá.

O aparecimento da Web2.0 e as suas implicações na esfera cultural não pode ser desprezado, parece-nos, no entanto, existirem argumentos mais fortes em favor de uma nova modalidade da experiência no mundo contemporâneo.

O ciberespaço é mais do que um espaço de comunicação mediatizada; é um verdadeiro espaço antropológico. Enquanto que os meios de comunicação permitem ao sujeito de uma cultura comunicar a outros sujeitos a sua própria experiência e, ao mesmo tempo, permite apreender a experiência mediatizada de outros sujeitos, um espaço antropológico é, antes de mais, o lugar de constituição e consumação do próprio horizonte da experiência. O que nos leva então a defender que o ciberespaço é mais do que um meio de comunicação?

A noção de ciberespaço tem origem no romance *Neuromancer*, de Gibson (1994), publicado em 1984 e que inspirou uma geração de artistas de arte digital, estando na origem de um conjunto de obras de ficção científica, dos quais se destaca o popular filme “The Matrix”. Este consiste na materialização de um universo de informação numérico e abstracto, no qual os indivíduos se relacionam entre si e com o objetos do mundo virtual como se de uma realidade física se tratasse. Na comunicação mediatizada interpõem-se elementos externos entre os sujeitos quando comparada com a comunicação “natural” do tipo face-a-face. Esses elementos externos podem ter origem na tecnologia que faz funcionar o suporte, por exemplo, no telefone estão ausentes vários regimes do sensível (regime visual, táctil, etc). Ao conjunto de factores que determinam os atos comunicativos, que podem ser de ordem tecnológica, cultural ou social, denomina-se o quadro enunciativo do medium.

Como tivemos oportunidade de referir no início do capítulo, o mundo da tecnologia digital faz funcionar no ciberespaço (para além de meios baseados na híper textualidade, na imagem e vídeo digital) espaços de simulação que na sua essência colocam o problema da sinestesia como são os casos da Realidade Virtual, a Realidade Aumentada, os Média tangíveis, etc. Aqui, os membros desse espaço virtual constituem uma cultura ela própria “localmente” enraizada, pois a lógica de funcionamento desse espaço, como vimos anteriormente (Couchot,

Baudrillard e Lévy), é idêntica à do espaço geograficamente inscrito numa realidade física.

A grande novidade da experiência que se constituiu a partir destes novos espaços, para além do problema óbvio da hibridização cultural entre o mundo físico e o virtual, é que o Homem adquire a capacidade material de inventar uma nova realidade na qual pode viver e constituir-se enquanto sujeito. Essa natureza, já não é algo exterior ao sujeito, tal como era perspectivada pelo dualismo cartesiano a realidade física e concreta do mundo objectivo. Por esse motivo, torna-se desnecessária a primeira redução fenomenológica e o abandono da atitude natural.

3.3.5 A Interobjectividade

A investigação sobre a experiência humana produziu, paralelamente à noção de intersubjetividade, uma abordagem que perspectiva a experiência através do conceito de interobjectividade e constitui, em certa medida, uma crítica à abordagem defendida ao longo do ponto anterior. Para alguns autores como Fathali Moghaddam, Latour (1996) ou Sammut et al (2010), a interobjectividade oferece um quadro de análise sobre os fenómenos sociais e culturais mais vantajoso. Esta abordagem enraíza-se nos estudos em psicologia cultural, e procura recuperar e legitimar a validade da objectividade. A interobjectividade define-se com uma relação entre objetos, que tem a particularidade de não envolver a subjetividade.

Dois caminhos alternativos são possíveis para fundamentar e operacionalizar esta noção. O primeiro consistiria numa espécie de regresso ao racionalismo cartesiano e à aceitação da ideia que o mundo objectivo e prévio ao sujeito pode ser descrito como tal. Na verdade, a atitude natural mantém-se válida para a maior parte das ciências naturais.

Quando observo, digamos uma árvore, estou envolvido numa relação interobjectiva pois a árvore não dispõe de estruturas cognitivas capazes de

representar um Self. Deste modo, não estaria presente uma interação entre duas subjetividades. Contudo, a minha noção de árvore é em grande medida determinada pela cultura na qual me encontro enraizado e para a qual contribuíram outros sujeitos, nomeadamente através da comunicação das suas experiências subjetivas. Nesta linha de pensamento, apenas restam à noção de interobjetividade, as relações e interações entre objetos inorgânicos ou seres vivos que não dispõem na sua biologia de qualquer tipo de estrutura psicológica. São exemplos disso o estudo do interacionismo e de certas áreas da biologia e da etologia. Podemos afirmar que a interação entre determinados animais desprovidos de qualquer vida que possamos reconhecer como sendo social e o meio ambiente se enquadra na relação interobjetiva.

Conclusão

O problema da intersubjetividade, de acordo com a abordagem fenomenológica, insere-se na esfera da cultura, ou como referia Husserl, no plano do Mundo Vivido (*Lebenswelt*). A redução fenomenológica deslocou para o sujeito a centralidade das questões epistemológicas. A experiência e não o mundo objectivo e concreto, tornou-se na fonte privilegiada de conhecimento Humano. Inicialmente a fenomenologia proposta por Husserl consistia num método que deveria ser executado na primeira pessoa, por essa razão, teria de vir a sofrer o embate das ciências (sociais) para aí poder ser integrada. Autores como Satre, Heidegger e Schutz seguiram noutras direcções, mas o cariz fundador do seu pensamento durante o Século XX, esteve patente em todos eles.

A noção de Mundo Vivido, apesar do que o sentido literal possa sugerir, engloba também o mundo *não-vivido*. Husserl compreendeu que a experiência humana e, sobretudo a experiência intersubjetiva, baseia-se num sistema de crenças e expectativas, ou seja, no nosso horizonte fenomenológico o Outro não se constitui apenas no cenário *actual*, mas também nos cenários possíveis e potenciais que não se atualizaram.

Schutz ciente da importância da fenomenologia para as ciências sociais tentou

ultrapassar as dificuldades que a teoria da intersubjetividade de Husserl (seu professor) continha. Toda a experiência, segundo Schutz, é intrinsecamente intersubjetiva, porque a cultura e seus objetos de intencionalidade estão previamente inscritos no mundo. Assim sendo, o problema da intersubjetividade não se resume apenas à questão de como a experiência do nosso mundo subjetivo se manifesta ou é comunicada no Outro. É antes o problema de como na cultura se inscreve o sentido e um entendimento comum, que não sendo explícito, torna possível a comunicação. Ou, como diz melhor Rodrigues (2007), “É porque possuímos todos a mesma experiência que somos capazes de nos compreender uns aos outros, mas é também porque não temos todos a mesma experiência que não nos conseguimos compreender completamente uns aos outros” (p.8).

O sistema de expectativas, que envolve o processo comunicativo, possui duas propriedades; a *reciprocidade* da experiência que consiste na correspondência entre as minhas expectativas e as expectativas dos outros e a *mutualidade* da experiência, ou seja, “o facto de cada um saber que os outros também sabem que eu sei que as coisas decorrerão de futuro de determinada maneira e que os outros também o sabem e que sabem que eu sei” (Rodrigues, 1999,p.4).

Capítulo 4 – Interactividade

Este capítulo pretende discutir a noção de interactividade nas ciências da comunicação, confrontando-a com aquela que é vulgarmente empregue na HCI. No final, apresentaremos o nosso posicionamento face a este conceito, referindo qual a noção de interactividade que adoptaremos para o nosso estudo. Partirá, naturalmente, da noção de interactividade da HCI. Contudo, esse ponto de partida não deverá constituir um impedimento que torne irrealizável a incorporação dos contributos da abordagem fenomenológica e da noção de intersubjectividade. Tomando em consideração a natureza tangível do nosso objecto de estudo, a teoria sociológica da domesticação tecnológica a par a noção de interactividade incorporada proposta por Dourish, surgem como referências obrigatórias e enriquecedoras para a noção de interactividade que cruzam a tecnologia tangível com a dimensão cultural e social.

A noção de interactividade nas ciências da comunicação está irremediavelmente ligada a teorias da comunicação e, sempre que estejam presentes, aos respectivos modelos de comunicação que procuram representar e

simplificar a realidade e enquadrar os factos empíricos.

Optámos por identificar apenas os principais modelos de comunicação e proceder a uma breve descrição dos mesmos. Indentificar e descrever todos os dos modelos de comunicação perfilados pelas ciências humanas, para além das dificuldades que tal tarefa exigiria devido à necessidade de enquadrar epistemologicamente o posicionamento das inúmeras teorias da comunicação, traduzir-se-ia num esforço irrealizável face aos objectivos traçados para este capítulo.

4.1 Modelos de comunicação

Para seleccionar os principais modelos que se demarcaram, tanto pela influência que tiveram no pensamento das ciências da comunicação, como pela sua importância histórica, baseamo-nos em Steinberg (2007, Parte I), Wisely (1994, cap. 5), e Fiske (1990, sec 1,2).

O enquadramento e contextualização dos modelos nas teorias da comunicação foi orientado pelos contributos de Lopes (2005), Graig (1999), Rodrigues (1993) e Wolf (2003, sec 1.9)

4.1.1 O modelo de Shanon-Weaver

Durante a década de 1940 surgiram várias propostas de representar a realidade do processo comunicacional através de modelos. Um dos mais marcantes, que ficaria conhecido pelo nome de Shanon-Weaver, surgiu da necessidade da engenharia de telecomunicações dispor de um esquema geral que representasse a comunicação entre dois agentes ou entidades funcionando como pano de fundo para, num segundo momento, quantificar o impacto do ruído na eficiência do processo comunicativo, usando como suporte a matemática. O modelo tem origem no artigo de Shannon (1948) publicado pela Bell System num *Journal* especializado em artigos técnicos relacionados com a tecnologia da rádio, telefone, telégrafo e televisão. Um ano mais tarde, uma nova versão do artigo

seria prefaciado e revisto por Weaver, sofrendo o texto original algumas alterações (Shannon e Weaver, 1949).

O objectivo deste modelo consistia em identificar os elementos que faziam parte de um sistema de comunicação e as etapas que a mensagem teria de atravessar entre o emissor e o receptor durante o processo de transmissão. Shannon (1948) identifica as 5 partes consituíntes de um sistema de comunicação e que se encontram representadas no esquema da figura I.19 (p.380,p.381).

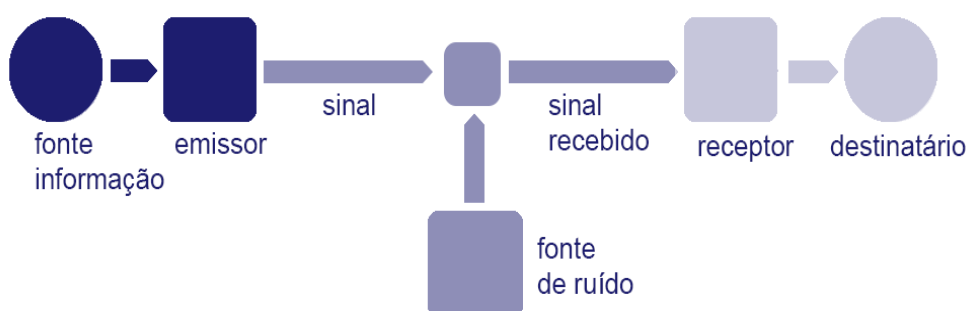


Figura I.19 - Modelo de Shannon e Weaver. Adaptado de Shannon (1948, p.381)

i) A fonte de informação consiste na informação que constitui a mensagem que se pretende transmitir, por exemplo, uma sequência de cifras ou um sinal analógico.

ii) O transmissor é o mecanismo que traduz ou recodifica a informação original da mensagem num sinal adequado à natureza do canal através do qual será transmitida. Tomando como exemplo a multiplexagem de várias mensagens áudio, Shannon refere que para tornar mais eficiente⁵³ o seu envio através de um canal é necessário um conjunto de operações (amostragem, compressão, digitalização e codificação) que transforme a informação original e a sintetize num sinal adequado.

⁵³ Refere-se à dimensão técnica da noção de eficiência, ou seja, neste caso, o processo que consome menos recursos (tempo e espaço no canal) para fazer chegar a informação de um ponto a outro.

iii) O canal é o meio (medium) usado para transmitir o sinal. Trata-se do subtracção físico ou técnico que veicula a mensagem e possibilita a sua difusão.

iv) O receptor produz é mecanismo inverso ao do transmissor restituindo a informação original a partir do sinal transmitido.

v) O destinatário é a pessoa ou entidade a quem se destina a mensagem.

Partindo deste modelo, Shanon (1948) constrói uma formulação matemática que analisa e quantifica o impacto do ruído subjacente ao canal e que afecta a integridade do sinal e, deste modo, comprometendo a descodificação técnica da mensagem original. O artigo centra-se na difusão de mensagens discretas e apresenta um sistema de correção do erro baseado na observação externa do fluxo da informação, comparando a mensagem original com a descodificada (p.410).

Trata-se de uma abordagem técnica ao processo comunicacional, reduzindo a comunicação a uma dimensão estritamente informacional; centra-se no canal e deixa de parte as questões relacionadas com a dimensão humana dos interpretantes e da sua acção em todo processo. Do ponto de vista das categorias da Semiótica é também um modelo pobre, não fazendo referência à interdependência entre os sujeitos do processo comunicativo, o contexto, os signos, a linguagem e a produção de sentido.

Apesar do enfoque na informação e da sua evidente incapacidade em integrar factores, tais como o contexto social e cultural necessários à produção de sentido, que hoje tomamos como sendo incontornáveis para a compreensão da comunicação, a sua visão viria a marcar outros modelos que o sucederam (Wisely, 1994, p.88). Refira-se, contudo, que a intenção dos autores nunca fora a de oferecer uma representação do fenómeno da comunicação em toda a sua dimensão.

Frequently the messages have meaning; that is they refer to or

are correlated according to some system with certain physical or conceptual entities. These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem (Shannon, 1948, p. 379)

Este modelo, contudo, expõe com rigor e detalhe a forma a fonte de ruído que é inerente ao canal afecta a integridade da informação levando a que a mensagem original e a que chega ao destinatário não seja exactamente a mesma. Face a esse fenómeno, os autores desenvolvem um quadro de análise que procura minimizar os efeitos do ruído durante o processo de transmissão.

4.1.2 O modelo de Lasswell

Este autor abordou a questão da comunicação humana a partir de uma perspectiva bem distinta da anterior. Lasswell (1948), que se dedicou a analisar os efeitos da comunicação no destinatário ou, usando a sua terminologia, na audiência, organiza epistemologicamente o processo comunicacional em 4 partes (p.216): a análise de conteúdo debruça-se sobre *o que é dito*; a análise dos media estuda o canal; a análise de audiência estuda as pessoas que constituem a audiência e procura conhecer de que forma o media chega a essas pessoas e, finalmente, a análise dos efeitos procura qualificar o impacto da mensagem e do media na audiência.

A sua abordagem, porém, recusa fragmentar a análise do processo comunicacional em partes, procurando antes adoptar uma visão integradora do processo social. Este último, na sua relação com os actos comunicativos, será examinado a partir de dois quadros de referência que se complementam: a estrutura e a função. Lasswell pretende investigar certas funções específicas que a comunicação parece assumir no contexto da sociedade (p.216):

- i) a vigilância do ambiente
- ii) as componentes da sociedade que interagem com o ambiente
- iii) a transmissão da herança social entre gerações

Para justificar as suas posições sobre a relação do Homem com o meio, Lasswell recorre ao estudo da etologia sugerindo um paralelismo com o mundo animal (p.217,218). A comunicação nasceria da necessidade vital, que se verifica no mundo animal, dos elementos de um grupo se alertarem face a eventuais perigos ou acontecimentos que ocorrem no ambiente. Essa necessidade potencia uma certa especialização entre os membros do grupo e, tal como o sistema nervoso, a individualização conduz por sua vez à necessidade da comunicação no interior do sistema. Assim, Lasswell vê no mundo natural e no sistema nervoso central duas metáforas que explicariam a especialização ao nível da estrutura social que se verifica nas sociedades humanas, na qual uma nova elite dirigente, controlando os mecanismos de comunicação colocados à disposição de uma sociedade, tenderia a perpetuar o seu poder. (p 217-223).

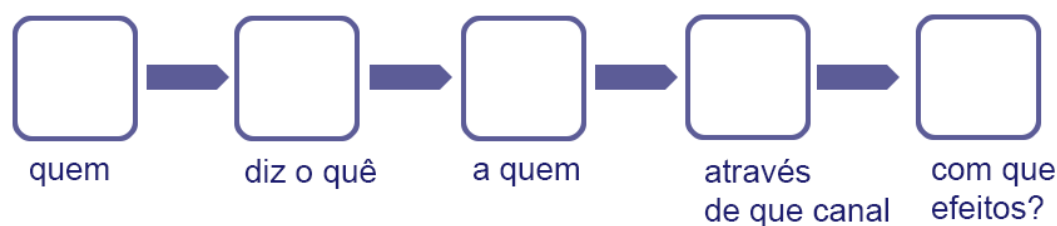


Figura I.20 – Modelo de comunicação de Lasswell (1948,p.381)

Para Lasswell, a ciência que estuda a comunicação deverá responder a esta questão *Who Says What In Which Channel To Whom With What Effect?* (p.216). Uma ideia importante a reter nesta proposta é a visão de que a comunicação produz efeitos nos receptores da mensagem; existe um grau de intencionalidade da parte de quem envia uma mensagem em provocar efeitos em quem a recebe. Por essa razão, este modelo foi muitas vezes adoptado no estudo da comunicação em massa.

4.1.3 Modelos de comunicação lineares

Existem muitas similaridades entre o modelo informacional de Shannon-Weaver e o de Lasswell. De acordo com Fiske (1990, p.30), este último é uma versão *verbal* do primeiro. Na verdade, em ambos os modelos podemos já identificar os elementos base da comunicação: o emissor, a mensagem, o canal, o receptor e o destinatário.

Indirectamente, o modelo de Shannon-Weaver faz referência à noção de media. Um media é um meio de transmitir uma mensagem. Esse meio tanto pode ter uma natureza técnica como física apenas, por exemplo, a voz humana. A noção de media envolve não apenas o canal como também o modo como a informação é convertida num sinal ou código *adequado* para ser transmitido através do canal; “The technological or physical properties of a medium are determined by the nature of the channel or channels available for its use. These properties of the medium then determine the range of codes which it can transmit” (Fiske, 1990, p.18)

Os modelos lineares caracterizam-se por terem apenas um único sentido, ou seja, partem do princípio que o acto de comunicação pode ser isolado num processo sequencial. Não quer isto dizer, e neste ponto discordamos de Fiske (1990, p.21), que Shannon e Weaver consideravam o acto de comunicação como sendo unidireccional; o emissor envia uma mensagem ao receptor e este último não pode, de alguma forma, responder invertendo o sentido da transmissão. O que se deve subentender no modelo de Shannon-Weaver é que quando o receptor da mensagem responde (se é que o faz) transforma-se imediatamente ele próprio em emissor e podemos seguir novamente as etapas previstas no modelo, ou seja, do ponto de vista da informação é indiferente quem é o receptor e se a mensagem está temporalmente relacionada com a anterior. Refira-se que Shannon e Weaver investigavam nos laboratórios BELL media tipicamente bidireccionais, como por exemplo o telefone.

Certos media simplesmente não permitem que os receptores se convertam em emissores, como por exemplo os *mass media* que dominaram o panorama dos

media durante a quase totalidade do século XX; a imprensa, a televisão, o cinema ou a rádio. Dado que o modelo de Lasswell não faz referência a mecanismos de *feedback*, adequou-se à análise e ao estudo deste tipo de media.

A linearidade do modelo tem que ver com o facto do processo comunicacional ser representado por um conjunto de etapas sequenciais, que não podem ser interrompidas, ou pela não existência de *feedback* em simultâneo: a comunicação não é tomada como sendo um processo dinâmico, no qual, o receptor teria simultaneamente o papel de emissor.

Feedback

A introdução do *feedback* torna o modelo de Shannon-Weaver mais representativo de cenários reais de comunicação. Muitos media permitem que os interlocutores envolvidos no acto comunicacional actualizem as suas mensagens em simultâneo, como é o caso da mediação interpessoal face-a-face, na qual duas pessoas conversam. É mais realista pensarmos que essas duas pessoas, através das modalidades da linguagem que o tipo de mediação face-a-face (verbal e não-verbal) viabiliza, vão actualizando o contexto em que se inscreve o acto comunicacional à medida que este decorre. Steinberg (2007,p.50) descreve o exemplo do tipo de *feedback* que pode ocorrer numa conversa entre duas pessoas ou com uma audiência, em que uma das partes dá a conhecer à outra, através da linguagem corporal, se a mensagem é compreendida ou, mais importante ainda, como é compreendida.

Estamos na presença de uma primeira noção de interactividade nas ciências da comunicação. Quando se introduzem mecanismos de *feedback* nos modelos lineares, uma dimensão dinâmica do processo de comunicacional passa a estar representada. A Interactividade, neste contexto, significa a capacidade de um processo comunicacional facultar a interação bidireccional e simulatânea entre o emissor e o receptor. O media pode condicionar ou até não permitir a bidireccionalidade da comunicação entre emissor e o receptor devido a conjunto diversificado de factores. Desde logo, e numa primeira linha, estão os factores de

ordem técnica que derivam das propriedades do canal. Nesse sentido, seria mais correcto dizermos antes que o media é interactivo e não o processo comunicacional.

Modelos de comunicação não-lineares

A noção de feedback permite-nos formular uma primeira noção de interactividade baseada no facto de o processo comunicacional ser um processo dinâmico e unidirecional, abrindo a possibilidade a cada um dos intervenientes em adaptar as suas mensagens.

Vários modelos exploram este conceito, entre os quais o modelo de Wiener (1948), o modelo Schramm, e mais tarde o modelo semiótico informacional.

4.2 A teoria Sociológica da domesticação tecnológica

Haddon e Silverstone (1996) propõem um modelo sociológico para as tecnologias de informação e comunicação designado por *design/domestication interface*. O seu objectivo é criar um quadro teórico que perspetive o fenómeno da inovação mostrando a interdependência do processo do design da tecnologia e o seu uso, em especial no ambiente doméstico – o local privilegiado da *objectização* e da *incorporação* tecnológica; “Design and Domestication are the two side of the same coin of inovation. Domestication is anticipated in design and design is completed in domestication.” (Silverstone e Haddon, 1996)

Explorando a análise de tecnologias de informação e comunicação como a Rádio e o CD-I, o último estudo demonstra que existe uma relação de tipo simbiótica entre a inovação técnica e estética.

As tecnologias de informação e comunicação distinguem-se dos demais objectos presentes no ambiente doméstico pela sua dupla natureza – são simultaneamente objectos e meios. E, como tal, possuem biografias que acumulam as mudanças e transformações que recaem sobre si, sendo que o

significado dessas mudanças revelam a qualidade transaccional dos ambientes em que se inserem (ao estudar a biografia dos objecto, estamos na verdade a estudar a cultura do meio). Enquanto meios, as tecnologias da informação e comunicação são mediadoras dos conhecimentos sociais, cruzando a esfera pública e privada no ambiente doméstico (Silverstone e Hirsch, 1992).

Esta dupla articulação estaria na base do conceito de domesticação, desenvolvida a partir do trabalho de Silverstone e de Haddon, que procura explicar o processo de apropriação da tecnologia problematizando a relação entre o estatuto de produtor e de consumidor. De acordo com este autor, *domesticação* não pode ser reduzido ao momento em que o indivíduo adquire o objecto, tomando a posse da sua propriedade, geralmente na esfera pública através do mecanismo do consumo, mas “ domestication also involves the consumer in appropriation, in taking technologies and objects home, and in making, or not making, them acceptable and familiar “ (Silverstone e Haddon, 1996).

Vejamos, com mais detalhe, as etapas (*apropriação*, *objectização*, *incorporação* e *conversão*) ou sub-processos em que o mecanismo de domesticação da tecnologia pode ser decomposto. Sendo o ambiente doméstico um sistema transaccional de relações mediáticas, não se tratam, por isso, de momentos discretos ou desarticulados entre si.

4.2.1 A apropriação

A *apropriação* consiste no processo de conversão de propriedade de um bem (material ou imaterial) do mercado para o indivíduo. Considerando o caso particular do consumo, refere-se ao momento em que a condição de mercadoria se transforma na condição de objecto, da esfera pública para a esfera privada. O processo de apropriação traduz-se, de igual modo, num instrumento de construção de identidade social por parte do indivíduo ou das famílias – adquirir um objecto é uma acção acompanhada de um conjunto de significados no contexto da cultura “aquellos que llevan a la definición y la diferenciación de unos

y otros, así como la alianza entre unos y otros”.(Silverstone e Hirsch, 1992)

4.2.2 A Objectização

A *objectização* diz respeito à exteriorização do objecto (na sua dimensão física) por meio da sua exposição ou pela sua disposição física no espaço doméstico. Trata-se, no fundo, de uma objectivação de valores ao nível da esfera estética e cognitiva que se manifesta através uso da tecnologia. Esta linha de investigação, de resto, confirma o que outros investigadores do design da tecnologia afirmaram, que os princípios que regem a disposição física do espaço são o reflexo da organização social do ambiente doméstico; “ Una comprensión de la dinámica de la objectización en el hogar también hará que se muestre nítidamente el modelo de diferenciación espacial (privado, compartido; atacado, defendido; adulto, niño; hombre, mujer; etc) que proporciona la bases para la geografía de la casa”. (Silverstone e Hirsch, 1992)

No caso das tecnologias de informação e comunicação, cuja expressão não é manifestada exclusivamente pela sua dimensão material, (o meio de comunicação enquanto *medium* comporta dois planos; o suporte físico, e no plano imaterial os conteúdos) esta abordagem teórica prevê três sub-processos de *objectização*:

- uma forte articulação entre o aparato tecnológico (o suporte; a televisão, o computador pessoal, etc) e a disposição espacial, tal como acontecia com os restantes objectos físicos. Ou seja, a escolha do local onde é inserida a tecnologia na geografia da casa, a relação de proximidade com outros objectos físicos, são compatibilizados por uma estética dominante do espaço doméstico. A articulação dos vários elementos significa algo quando interpretada como um todo, perdendo o seu significado quando os mesmo elementos são considerados isoladamente.

- As tecnologias são introduzidas num ambiente espacial significativo que já se encontra construído. Este aspecto também coincide com a ideia defendida por

outros autores, que demos conta em anteriores secções, e afirma que o ambiente doméstico é um espaço evolutivo e em permanente (re)construção.

- Os conteúdos das tecnologias da informação e da comunicação (os programas de televisão, as aplicações informáticas, as conversações telefónicas) são submetidos a formas de exteriorização no ambiente doméstico, imagens e sons, tal como os objectos físicos. Podem ainda incorporar a estrutura temporal do ambiente doméstico ou converterem-se em objecto de conversação pelos membros do ambiente doméstico.

4.2.3 A Incorporação

A **Incorporação** é outro mecanismo do fenómeno de domesticação da tecnologia. Segundo a abordagem de Silverstone, os objectos podem ser adaptados para funcionarem de forma distinta daquela que haviam sido inicialmente concebidos quando foram produzidos. Tal como no exemplo descrito na figura 1.B, as pessoas combinavam vários objectos com o objectivo de alcançar novas funcionalidades de acordo com as necessidades motivadas pelas práticas sociais e culturais do quotidiano. Estudos etnográficos, aplicados ao design da tecnologia, demonstraram que os utilizadores são capazes de relevar as propriedades formais do design de um artefacto e alargar o uso a uma gama de cenários funcionais ou estéticos superior aqueles que estavam inscritos no design original (Wakkary et al., 2009).

O conceito de *incorporação* é, na verdade, muito próximo da noção de *design-in-use* avançada pela abordagem da Human-Computer Interaction no contexto da *Sustainable Interaction Design*; “We discuss families as a creative agent in an ongoing continuum of design that extends beyond the professional designer to *design-in-use* in the home. We describe home dwellers as a type of *everyday designer* who remakes or modifies systems and who appropriates design artifacts and surroundings as creative resources.” (Wakkary et al., 2009).

No modelo teórico de Silverstone, a *incorporação* pode ser temporal e, neste caso, designa o mecanismo de organização do tempo, das actividades quotidianas, em torno da tecnologia, como já foi por nós referido anteriormente.

4.2.4 A conversão

Por fim, o fenómeno de domesticação efectiva-se ainda através do processo de **conversão** que, ao contrário da *objectização* e da *incorporação*, consiste na relação entre o núcleo do ambiente doméstico e o mundo exterior “[...] para lo cual artefactos y significados, textos y tecnologías, cruzan una frontera en tanto el hogar familiar define e reivindica para sí mismo y sus miembros un status en el entorno del barrio, en el mundo del trabajo e en los grupos de iguales presentes en la 'sociedad en su sentido más amplio.” (Silverstone e Hirsch, 1992) Actualmente, o ciberespaço e, em especial a web 2.0, têm vindo a ocupar um lugar de especial relevo, funcionando como uma *interface* entre a esfera pública e esfera privada na sociedade.

4.3 Fenomenologia da interacção.

A expansão do mundo digital para o mundo físico, através dos TUI's, abriu caminho no seio da HCI a uma nova abordagem à noção de interactividade. A fenomenologia da interacção, no âmbito da HCI, ainda não teve oportunidade de se constituir como um corpo teórico sólido de conhecimentos, mas é antes um conjunto de contributos provenientes de diversos autores relativamente disperso. Recentemente, Dias e Branco (2011), centraram no design da experiência uma reflexão sobre a problemática da imediação tecnológica e o conceito de fluxo.

Consciente da crescente necessidade em enriquecer o campo teórico da HCI, face aos novos paradigmas de interacção e à insuficiência da abordagem do paradigma TUI relativamente às questões sociais e culturais, Dourish propõe

cruzar a fenomenologia com o design de interactiva, dando seguimento ao trabalho pioneiro das autoras Suchman e Turckle que se notabilizaram por formalizarem a abordagem etnometodológica na HCI.

4.3.1 Computação social

Dourish (2001, cap.3) entende a computação social como o contributo da sociologia para o design da tecnologia. A sociologia é considerada neste contexto não na sua acepção tradicional - a ciência que se debruça e toma para si a tecnologia, ou outro fenómeno, como objecto do seu discurso. O autor identifica as várias perspectivas da Sociologia e da Antropologia que têm sido integradas na HCI e do design de interação, dando destaque a três delas – a etnografia, a etnometodologia e a psicologia social, esta última, devido à proximidade com a psicologia cognitiva que é partilhada em ambas as disciplinas.

Para a HCI não interessa em especial abordar o impacto económico e social das tecnologias da informação e comunicação. De outro modo, propõe-se antes que o conhecimento da Sociologia possa estar disponível como um *input* no processo do design da tecnologia, abrindo caminho para que sociólogos e tecnólogos trabalhem em conjunto. Esta *inversão* metodológica parece estranha, dado que a sociologia está preocupada com a estrutura e função da sociedade, ao passo que os sistemas interactivos são ferramentas usadas pelos indivíduos (Dourish, 2001, p. 55,56). No mesmo sentido, acrescentaríamos ao raciocínio do autor, que tal posição seria *incómoda* e talvez inultrapassável, uma vez que, tratando-se a sociologia de uma ciência, ela tem necessariamente de manter no plano epistemológico uma certa distância entre si e o seu objecto de estudo.

Sendo a Sociologia também ela uma disciplina vasta, do ponto de vista das abordagens metodológicas e da variedade de temas que a sua perspectiva suscita, para a noção de interactividade interessa, sobretudo, as que procuram compreender o contexto do uso da tecnologia. O contexto é um factor de natureza tanto técnica como social. O desenho de uma tecnologia interactiva é, em última

análise, um processo de comunicação entre o designer e o utilizador mediada através do sistema, tal como Norman (1988) e outros já haviam também referido, e como tal, envolve um conjunto de expectativas de natureza cultural e social.

This implies that even the most isolated and individual interaction with a computer system is still a fundamentally a social activity. The communication between designer and user takes place against a backdrop of commonly held social understandings (p.56).

A etnografia

A “história” da Etnografia é longa e remonta à antiguidade clássica, mas é sobretudo no final do século XIX e no início do século XX, com o contributo decisivo de Malinowski (1884-1942), que se consitui formalmente como um conjunto de métodos colocados à disposição da Antropologia (e mais tarde também da Sociologia), unificando as várias práticas de trabalho de campo (Boellstorff, Nardi, Pearce e Taylor, 2012, p.15).

A ideia nuclear da Etnografia é a observação participada, na qual o papel do investigador não se limita ao da pura observação mas, ele próprio, intervém e interage no quotidiano cultural e social que pretende estudar. A participação do investigador permite-lhe viver, na primeira pessoa, a experiência do quotidiano cultural em estudo. A condução da análise a partir do seu interior (“emic”) e simultaneamente do seu exterior (“etic”) fornecerá à etnografia uma dupla compreensão da cultura (Boellstorff et al., 2012, p16).

O método etnográfico, iniciado de modo autónomo na Europa e na América do Norte, tinha como principal necessidade compreender e integrar nas teorias sociais vigentes a diversidade de culturas que perfilavam no horizonte do mundo ocidental, colocadas em contacto pelo fenómeno da colonização. A Sociologia mostrava-se incapaz de “explicar” estas culturas tão peculiares como distintas. A organização social do mundo ocidental era inteiramente diferente das dos povos

nativos da América, África e Oceania: suas práticas sociais, que a antropologia dava a conhecer, não poderiam ser enquadradas pela Sociologia (Dourish 2001, p.57).

A produção de conhecimento académico e científico acerca deste novo tipo de culturas humanas exigia das ciências sociais um novo posicionamento epistemológico: impunha-se que o trabalho de campo, para além de consistir em observar e relatar os factos, fosse agora capaz de oferecer uma visão da experiência social e quotidiana que o indivíduo dessas culturas tinha. Tal só seria possível caso o investigador abandonasse a tradicional distância face ao objecto de estudo e aceitasse a condição de “viver” essa experiência na primeira pessoa enquanto indivíduo dessa cultura. A abordagem etnográfica configura um terreno movediço do ponto de vista epistemológico, e será objecto de maior atenção no capítulo metodológico. Todavia o florescimento desta abordagem viria aproximar a sociologia e a antropologia (p.58-60).

A psicologia social

A psicologia social estuda o modo como o pensamento e as emoções de um indivíduo são afectados pela interacção com outros indivíduos. A psicologia cognitiva assume um papel central na HCI, quer ao nível das decisões no desenvolvimento de sistemas interactivos, quer na sua avaliação. A forma como o sistema comunica e interage com os utilizadores põe em jogo os aspectos únicos e particulares da dimensão cognitiva, os quais devem ser cuidadosamente ponderados – a memória, a percepção visual, sensorial, os mecanismos de atenção e outros tópicos da ergonomia cognitiva – quando se concebe o modo de funcionamento de um sistema e se desenha a sua interface.

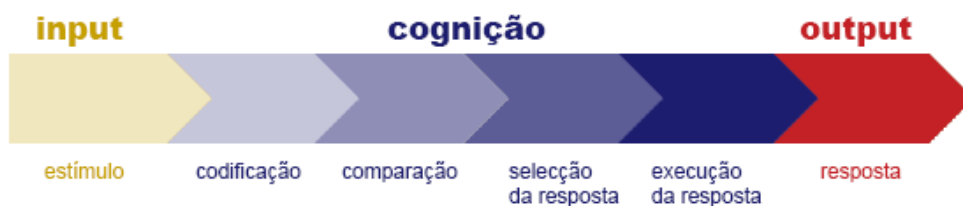


Figura I.21 - Modelo de processamento informacional humano. Adaptado de Preece et al (2002, p.96)

A aplicação da psicologia cognitiva resulta em implicações para o design de interação e na construção de um quadro conceptual para a cognição, cujo objectivo consiste em oferecer um conjunto de ferramentas conceptuais que permita à equipa de design compreender melhor os utilizadores, ou seja, o paradigma User Centered Design (Preece, Roger e Sharp, 2002, cap.3). Tal como os modelos mentais desenvolvidos por Norman (1988), o quadro conceptual para a cognição contempla mais duas perspectivas; o processamento informacional e a cognição externa.

O processamento informacional é uma abordagem que modeliza o utilizador como se este se tratasse de um sistema de informação. O plano cognitivo do utilizador é reduzido a um mecanismo linear que transforma o input em output, através de várias etapas de processamento sequenciais (Preece et al, p. 96).

O modelo de transmissão do tipo estímulo-processamento-resposta é muito útil em cenários em que o utilizador desempenha tarefas específicas com o sistema interactivo, permitindo quantificar temporalmente o processo de interação e prever quais os processos cognitivos envolvidos em diferentes interfaces. Contudo, a conceptualização da cognição como um conjunto de etapas dependentes e sequenciais, não só é uma aproximação grosseira e incorrecta do verdadeiro modo de funcionamento da mente humana, como é insensível à riqueza do contexto em que a interacção acontece. É mais realista, como vimos anteriormente, considerar que o processo de interacção acontece num vasto horizonte de actividades cognitivas, das quais a interacção entre o utilizador e o sistema é apenas uma parte de um todo maior. Neste horizonte, o utilizador interage paralelamente com outro género de representações externas, tais como

os livros, documentos e computadores (p.96).

Por outro lado, esta visão separa o processo interactivo da relação com os outros membros do ambiente de interacção, deixando de parte toda a dimensão social.

4.3.2 Fundamentos da interactividade

No início da década de 1980, Lucy Suchman era uma jovem investigadora em antropologia cultural na PARC⁵⁴ com interesses nas áreas da HCI e Inteligência Artificial (IA) quando a Xerox trouxe para Palo Alto um projecto que tinha como objectivo investigar e conceber, para a sua mais recente linha de fotocopiadoras, uma solução ao nível da interface Homem-máquina. A empresa reclamava do centro de investigação o desenvolvimento de um modelo conceptual para que o produto em causa que fosse capaz de transmitir ao “utilizador comum” a ideia de que o aparelho seria muito fácil e simples de usar, apesar da sua aparente sofisticação tecnológica.

A sua sólida formação em etnometodologia fê-la notar que o caminho seguido pela equipa de investigação, consituída por cientistas e engenheiros, tinha culturalmente enraizada a ideia que os artefactos tecnológicos pudessem vir a ser *evidentes por si mesmos* ou *auto-explicativos* (Suchman, 2007, p.10).

Com base nessa e em outras experiências relacionadas com o seu trabalho no desenvolvimento de interfaces, Suchman (1987) desenvolveu uma crítica, a teoria da Acção Situada, ao que considerava ser o modelo vigente adoptado na HCI para fundamentar e conceber a interacção entre pessoas e máquinas. Este último, contrapunha Suchman, tinha como principal característica modelar as acções entre os agentes envolvidos no processo comunicacional (geralmente, o utilizador e a máquina) integrando-as num sistema de convenções - o plano.

⁵⁴ A divisão da empresa Xerox, a *Palo Alto Research Center*, foi fundada em 1970 como um laboratório de de investigação e desenvolvimento em ciências da computação, IA e HCI.

O papel de Suchman vai muito para além da teoria da Acção Situada publicada em 1987. Para avaliar a verdadeira escala da sua importância temos de olhar para a abertura que infligiu no corpo teórico da HCI, até então dominada pelas abordagens da psicologia cognitiva que privilegiavam uma dimensão comportamental. O seu contributo permitiu, por um lado, introduzir formalmente a etnometodologia, e por outro, tornar evidente as sérias limitações que acarreta adoptar uma visão que exclua, à partida, os factores singulares das circunstâncias em que o processo interactivo se dá. Tal visão é omissa relativamente à interacção social e à problemática da intersubjectividade.

Recentemente, os novos modelos de interacção da HCI e do Design de Interação, centrados no corpo do utilizador e no contexto físico que o rodeia, deram um novo vigor ao uso das técnicas etnográficas e à abordagem teórica da etnometodologia. Face a esta nova centralidade, Suchman (2007) volta a publicar o texto original da teoria da Acção Situada de 1987, acrescentando alguns capítulos que servirão de palco para uma reflexão mais alargada, actualizando os mais recentes desenvolvimentos.

Seguindo a tradição fenomenológica, Suchman (2007, cap.4) começa por questionar a percepção que o sujeito tem da máquina através da noção de intencionalidade e do papel que o sistema de expectativas exerce.



Figura I.22 - Percepção que o utilizador tem do computador.
Esquema do pensamento de Suchman (1987) para a fundamentação da interactividade.

Baseando-se em Turkle (1984), a autora parte da hipótese que as crianças

desenvolvem competências cognitivas que lhes permite atribuir vida a determinados objectos físicos do seu quotidiano, interpretando o comportamento ao nível do movimento autónomo e reactividade. Além da noção de “vivo” e “não-vivo”, a um outro nível, as crianças reservam a noção de humanidade às entidades que evidenciam emoção, fala, pensamento e intencionalidade. Aos seus olhos, o computador exibiria todas estas qualidades; ainda que para ela seja inquestionável que o computador não se trate de uma pessoa, as crianças veêm-no como “almost aliveness” ou dotado de uma “psicologia” (Suchman, 1987, p.5).

O que nos leva a descrever como interactiva a nossa relação com o computador? Tratando-se o computador de uma tecnologia digital, ele simula através dos programas uma variedade de comportamentos que são despoletados em tempo real, consoante as acções do utilizador. As interfaces, possuindo uma natureza reactiva, contribuem para criar no utilizador um sentimento de controle sobre o processo comunicacional e, ao mesmo tempo, a percepção de que as acções e os comportamentos das entidades digitais não são arbitrárias ou, de forma inversa, totalmente previsíveis.

A este facto, Suchman (1987) acrescenta que as interfaces tornaram-se mais linguísticas do que mecânicas (p.11). Na data em que a obra foi escrita, as interfaces baseadas em “linguagem natural”, juntamente com a Inteligência Artificial, eram consideradas modelos de interação emergentes e tecnologias promissoras. Em parte, tal não se viria a verificar e as interfaces que hoje fazem parte dos sistemas operativos, e do *software* em geral, evoluíram noutro sentido; a dimensão gráfica, baseada em metáforas visuais e o paradigma GUI tornaram-se dominantes. Todavia, em nossa opinião, a bondade do argumento mantém-se para o contexto actual, bastando alargar o significado de “linguístico” por forma a abranger a dimensão simbólica e iconográfica dos actuais sistemas gráficos.

O computador é hoje um objecto muito diferente daquele que era na década de 1980. Desde então, e apesar das suas múltiplas expressões, a tecnologia digital aprofundou a capacidade de simular e de recriar de forma verosímil o real, quer ao nível sinestésico, quer ao nível da computação. Os videojogos são, nos tempos que correm, um caso exemplar de como os conteúdos digitais tentam

imitar o real, no modo de parecer e de funcionar e no modo como incorporam o comportamento humano. Apesar das diferenças concretas entre aquilo que no tempo de Suchman e Turkle se pensava que a tecnologia viria a ser no futuro, e aquilo que de facto se tornou, no essencial coincidem - ambas visões têm em comum, a aproximação da máquina ao mundo do humano.

De acordo com Suchman (1987), o ser humano tem a percepção de que o computador é reactivo, e capaz de tomar decisões. Esta visão, é em grande medida, alimentada pela opacidade do computador, isto é, para ele a sua ciência e os princípios que regem o seu funcionamento interno são um mistério. O sujeito constrói a noção do que é um computador, a partir daquilo que para ele lhe é visível, a extrema complexidade técnica necessária para produzir e fazer funcionar um computador constitui, sobre os seus olhos, um véu que esconde aquilo que de facto um computador é.

É precisamente a invisibilidade, que faz com que, em parte, o sujeito atribua *intencionalidade* ao computador e o trate como um ser social (cap.1). Um dos factores que motiva a comunicação humana interpessoal é, na verdade, a existência de um certo grau de opacidade entre os intervenientes. A intencionalidade é, no fundo, a percepção de que o Outro não age arbitrariamente.

Esta ideia é esquematizada na figura 1.22 e coloca-nos diante da seguinte questão: podemos descrever a relação humano-computador nos mesmos termos de uma relação humana interpessoal ?

Mais distante das noções de interactividade assentes nos modelos de comunicação, e nos seus aspectos dinâmicos, a linha seguida por Suchman relança a questão de como se constitui uma plataforma de entendimento mútuo, fundamental para compreender a comunicação interpessoal na relação humano-computador.

What motivates my inquiry, therefore, is not only the recent question of how there could be mutual intelligibility between people and machines but also the prior question of how we account for the

shared understanding or mutual intelligibility that we experience as people in our interactions with others whose essential sameness is not in question (p.6).

A presente abordagem interessa-nos por dois motivos. O primeiro, porque o estabelecimento de um princípio de igualdade, entre o estatuto do computador e o da pessoa humana, permite-nos enquadrar a relação humano-computador nos termos em que ela é formalizada pela Comunicação humana, ou seja, como uma relação interpessoal. A fundamentação do novo estatuto do computador é de natureza fenomenológica, e não de natureza ontológica. Suchman não questiona o facto de a essência do computador não ser a mesma da do Homem, mas observa que quando nos relacionamos com o computador, projectamos nele qualidades humanas.

Tradicionalmente, no domínio das ciências da comunicação, a noção de interacção é reservada à descrição da relação interpessoal entre seres humanos. Watzlawick (1966), por exemplo, oferece-nos uma definição muito precisa deste conceito: a interacção é um fluxo de mensagens trocadas entre pessoas no decorrer de um processo comunicativo. A mensagem, a unidade da comunicação, não se encontra limitada aos termos linguísticos ou verbais, mas de acordo com a perspectiva da pragmática da comunicação, a mensagem pode assumir um diversificado leque de formatos, incluindo aspectos comportamentais e de conduta. Tais comportamentos, como a linguagem corporal ou mesmo o próprio silêncio, são compreendidos pelos intervenientes. O número de mensagens necessários para conformar uma interacção terá de ser superior a uma, e não pode ser infinita (S.2.21).

A visão abrangente que Watzlawick tem das *unidades de comunicação* leva-o a formular um primado da comunicação humana que se traduz, precisamente, na ideia da impossibilidade em não comunicar (S.2.23). Ou seja, a comunicação interpessoal está para além do entendimento mútuo, não tendo necessariamente que ser “intencional, consciente ou eficaz” (S.2.22).

Em segundo lugar, Suchman (1987) refere-se indirectamente à questão da

intersubjectividade quando questiona se a esfera do “entendimento comum” e da “mútua inteligibilidade” constituem um pano de fundo da relação Humano-computador. A expectativa que o utilizador cria relativamente ao “diálogo” com a máquina, expectativa essa que é constituída na esfera cultural, sugere à partida a ideia de que o artefacto da tecnologia digital, é em certa medida, um artefacto “auto-explicativo” - tal como um ser humano, que provido de intencionalidade e de *racionalidade* se explica a si próprio.

A máquina é vista como um caso especial dos artefactos em geral, acerca dos quais está enraizada a ideia de que o design torna evidente o seu modo de usar - *um sonho tão antigo quanto o do próprio artefacto* (p.17). Esta é uma ideia que podemos encontrar também em outras linhas de pensamento da HCI, como é o caso da usabilidade ou do paradigma do Design Centrado no Utilizador (*User Centered Design*).

4.4 Abordagem etnometodológica na HCI de Suchman

Após ter descrito o modo acerca de como pensamos o computador, e de como compreendemos o processo da interactividade, Suchman propõe uma teoria que pretende explicar o processo de interacção humano-computador, cujos contornos começaram já a ser desenhados na noção da máquina evidente e auto-explicativa. Na mente do designer e do utilizador, o computador é um artefacto que se explica a si próprio, e o seu propósito deverá ser tornado evidente por via do design. Partindo da ideia que um sistema interactivo, tal como um artefacto, possui um propósito bem definido, Suchman (citado em Preece, Rogers e Sharp, 2002, p.129), em estudos anteriores de natureza empírica, constatou uma acentuada discrepância entre o uso efectivamente dado (*actual use*) pelos utilizadores à tecnologia, e o suposto uso que estes últimos deveriam dar e que estava consagrado no programa de design.

A descoincidência entre o plano do design e o planos do uso está na linha da frente dos argumentos apresentados por Norman, em defesa da abordagem do

Design Centrado no Utilizador, e que tivemos oportunidade de descrever no ponto 1.4.2. Na teoria de Norman, a “imagem do sistema” funciona como veio de transmissão para o plano do design comunicar ao utilizador um modelo conceptual adequado, ou seja, o modo de uso pretendido para aquele artefacto. Esta ideia, que o modo de usar a tecnologia pode ser transmitido directamente através do seu design, está implícita no processos de modelização do utilizador recorrentes na teoria e prática da HCI, quer nas etapas de planificação do design da tecnologia como da próprio processo de avaliação. A razão é simples; como aponta Suchman (1987), conceber um modo de utilização e incorporá-lo no design da tecnologia, pressupõe a existência de um plano de mútua inteligibilidade (p.17,18,21).

Contudo, a autora é céptica relativamente à possibilidade do design ser capaz de unificar o plano do uso efectivo, com o plano do uso pretendido. E vai mais longe quando afirma que o design não pode, inequivocamente, comunicar um ou o outro:

The inherent difficulty of conveying the use of a technology directly through its design is well known to archaeologists, who have learned that although the attribution of design intent is a requirement for an artifact's intelligibility, the artifact's design as such does not convey unequivocally either its actual or its intended use (p.18)

Sobre esta impossibilidade acresce o facto de no caso do computador, a intenção do design estar sobreposta à intencionalidade do próprio artefacto (p.21). A modelização e a planificação da interação do utilizador com a máquina, os cenários típicos da teoria e prática da HCI, encontram neste terreno um conjunto de sérias dificuldades.

4.4.1 O modelo da Acção Planeada

Suchman contrapõe duas visões alternativas na HCI sobre o processo de interação – A Acção Planeada e a Acção Situada. A acção planeada, próxima da tradição ocidental de recorte racional, como o próprio nome sugere, formaliza o processo comunicacional, subordinando ao plano as acções dos actores, os seus comportamentos e o próprio contexto onde se desenrola o processo. De acordo com Suchman (1987), para as ciências cognitivas o plano é entendido como um conjunto sequencial de acções designadas para atingir um objectivo previamente determinado (p. 28).

Durante o processo de design, é atribuída ao artefacto um determinado propósito ou uma finalidade. Espera-se que o uso pretendido para uma tecnologia possa ser decodificado pelo utilizador através das opções efectuadas do design, e que o uso pretendido se converta no uso real. A equipa de design cria um conjunto de pressupostos acerca do modo como os utilizadores irão agir e comportar-se perante cenários e situações hipotéticas. Porém, para realizar uma conjectura, o designer da tecnologia apoia-se no conhecimento prévio e culturalmente partilhado acerca daqueles cenários – a acção planificada baseia-se na mútua inteligibilidade. Quais os principais traços da crítica de Suchman ao modelo da Acção Planeada?

Em primeiro lugar, a problemática que resulta da descoincidência entre o plano e a o próprio real, o qual pretende representar. Neste ponto, Suchman aponta sobretudo dois tipos de problemas. Por um lado, a dificuldade em garantir a consistência das acções planeadas no mundo real, face à previsível incapacidade do sistema conseguir incorporar e monitorizar o curso de eventos que têm lugar no mundo real, os quais são tipicamente dinâmicos e de natureza contingente. Para além da questão da sincronização, ou monitorização dos eventos, que ocorrem no ambiente de interação, coloca-se também, por outro lado, o problema da atribuição de significado de tais eventos, necessários para sustentar um entendimento partilhado da situação, algo que se revela difícil para o caso da

máquina (Suchman, 1987, p.32).

Em segundo lugar, o desenvolvimento de uma aplicação interactiva baseada no modelo da acção planeada, tende a ignorar que o mundo físico é rico em interacções sociais. Na perspectiva do plano, cada um reconhece as ações dos outros como manifestações do seus planos particulares. Este fenómeno é mais evidente nas aplicações que incorporam a inteligência artificial, ou em todas as outras que deixam o processo de comunicação da máquina com o utilizador, a cargo de agentes computacionais com características adaptativas. De acordo com Suchman (1987), o planeamento do processo interactivo, que prevê as acções do utilizador e as mudanças ambientais, atribui planos individuais aos restantes membros do ambiente de interação, baseando-se para o efeito, em observações dos eventos e acções durante a período em que decorre a sua elaboração (p.33).

Deste modo, a explicação para todo e qualquer um dos comportamentos que aconteça no ambiente de interacção, é previamente determinado no plano. Tratando-se este último de um conjunto de formulações e hipóteses, a acção dos utilizadores representada simbolicamente no plano, acaba por revelar mais acerca daquilo que a equipa de design pensa sobre os actores e normas sociais, do que propriamente da interacção social da situação específica.

Em terceiro lugar, a modelização do comportamento do utilizador embate na relação incerta e improvável entre a acção e os efeitos pretendidos (p.33). Ou seja, nem sempre é possível associar inequivocamente a acção, que é uma exteriorização ou manifestação no mundo real, com a intenção do utilizador que é incerta, devido a mudanças que ocorrem no contexto físico. Acrescentaríamos nós, que a natureza subjectiva da intenção da acção é, também ela própria, um factor de incerteza.

Por último, Suchman (1987) argumenta que para as ciências cognitivas, o pano de fundo para acção não é o mundo com tal, mas o conhecimento que se tem acerca do mundo, e que no desenvolvimento de sistemas “inteligentes” a representação deste conhecimento é um factor limitativo (p.43). Apesar de Suchman ter, especificamente a área da Inteligência Artificial em mente, o

argumento é ainda válido para as restantes matérias da HCI. A máquina, enquanto participante do processo comunicacional, terá não só como objectivo a monitorização dos eventos do mundo, com também lhe será exigida a difícil tarefa de converter tais eventos em conhecimento. Em última análise, como poderá a máquina representar o conhecimento acerca do mundo? Na comunicação humana esta questão é essencial, pois para se produzir um conhecimento partilhado e comum acerca do mundo, este deverá estar culturalmente disponível aos intervenientes. Estes são os principais argumentos que compõem a crítica ao modelo da Acção Planeada. Alternativamente, Suchman propõe analisar o processo interactivo, recorrendo à abordagem da etnometodologia.

4.4.2 teoria da Acção Situada

A acção Situada é uma noção bem conhecida da sociologia desde pelo menos 1940 (Wright, como citado em Suchman, 2007, Cap.6, nota 2), e que consiste na ideia de que toda a acção depende das suas circunstâncias materiais e sociais. Suchman parte do trabalho de Garfinkel e de Sacks, autores que desenvolveram a abordagem etnometodológica na sociologia, tentando actualizá-la para o campo da HCI: a Acção Situada, não sendo um conceito cunhado por Suchman, é por ela proposto originalmente como moldura conceptual para reflectir e enquadrar a interacção humano-computador (Cap.6, nota 2).

A abordagem da etnometodologia, em vez de tentar abstrair a acção das suas circunstâncias e representá-las como um plano racional, procura investigar de que forma os intervenientes, a partir dessas circunstâncias, desenvolvem acções e atribuem significado aos artefactos (Cap.6).

Mais do que uma nova teoria, trata-se de uma inversão de ordem epistemológica: onde a sociologia convencional adopta geralmente a posição de que agimos em resposta a um mundo que nos é objectivamente dado, a

abordagem etnometodológica, por sua vez, assenta na hipótese de que a prática social quotidiana cria e sustenta esse mundo social tornando-o publicamente acessível e inteligível (Boellstorff et al., 2012, p.46). Ao contrário de outras abordagens, que também se interessam pelo quotidiano prático de uma cultura (e com as quais a etnometodologia não se deve confundir), como por exemplo a etnografia, esta perspectiva desenvolve-se no interior da sociologia e, como tal, tem a responsabilidade de produzir conhecimento acerca dos fenómenos sociais.

Uma das ideias chave da teoria da Acção Situada é que toda acção, incluindo aquela que é representada através de planos - tanto por antecipação de um problema como em retrospectiva - dependem das circunstâncias materiais e sociais nas quais a interacção se inscreve. Ou seja, a acção planeada deve ser olhada como um recurso ou uma actividade da acção situada (Suchman, 1987, cap. 2). A linha de argumentação que sustenta esta ideia parte do princípio que no decorrer de uma actividade surgem problemas que a acção espontânea ou *had hoc* não podem resolver. Suchman designa estes dois últimos tipos de acção como *transparentes*.

O plano é uma representação da acção e não a acção em si mesma – um objecto que nós construímos para descrever uma acção que terá lugar no futuro, ou um relato da acção que decorreu no passado. Em qualquer dos casos, o plano diz sempre respeito a um “antes” ou a um “depois” (Suchman, 1987, p.51). A actividade em que consiste planejar a acção é, ela própria uma acção, e deve ser perspectivada no quadro mais vasto da acção situada. O plano nasce do contexto⁵⁵ ou das circunstâncias locais que envolvem o processo de interacção, e não de uma tomada de decisão em que o actor escolhe entre um leque disponível de linhas de acção alternativas, e antecipa as respectivas consequências. Nesta visão, o plano adquire um carácter dinâmico na medida em que incorpora as

⁵⁵ A autora tem alguma cautela no uso do termo contexto, e em 2007 contrapõe com a noção de situação. O termo contexto sugere que as situações não são fenómenos isolados, sem referência a outras situações anteriores, mas que, ao contrário, existe uma “história” que as interliga. Suchman não ignora a existência de uma ordem social, afirma contudo que o ramo da Sociologia que a etnometodologia representa não admite que ela seja suficiente para determinar previamente o curso da acção dos actores numa determinada situação. Veja-se a este respeito o capítulo 1 da obra de 2007, em especial as páginas 389 e 443. O conflito entre as duas visões da sociologia adquire contornos mais marcados durante o capítulo 5 com a crítica ao determinismo social de Durkeim.

práticas e as circunstâncias cambiantes da acção situada (p.51).

Pese embora o carácter dinâmico do plano, a adopção por parte do utilizador de uma estratégia baseada na acção é planeada e não garante que o processo de interacção com o sistema decorra pela maneira delineada no plano.

O conhecimento partilhado e o mundo mutuamente inteligível

A etnometodologia critica a visão da sociologia que considera o mundo social como sendo objectivo e exterior ao sujeito. Nessa visão, desenvolvida em primeira mão por Durkheim, o ambiente no qual o indivíduo vive e actua é previamente constituído por objectos que condicionam a sua conduta. De acordo com a crítica da etnometodologia, a sociologia normativa trata as acções significantes (“meaningful action”) como um conjunto de factores que antecedem ou são exteriores à própria acção, designadamente através de predisposições, normas sociais ou propriedades prévias do ambiente em que ocorre a acção situada. Recorrendo a Blumner e a Mead, críticos desta visão, Suchman (1987) defende que o mundo social não é, contrariamente ao modo como o mundo natural é encarado pelo senso-comum, objectivo, mas um mundo sujeito a interpretação, construído já pela linguagem e tornado possível pela interacção humana.

The notion that we act in response to an objectively given social world is replaced by the assumption that our everyday social practices render the world publicly available and mutually intelligible. It is those practices that constitute ethnomethods (p.57).

A sociologia deverá procurar nas micro-práticas quotidianas, nos actos de comunicação e na interacção, o modo como o mundo social é construído. A interacção humana é prévia ao mundo social e à objectividade do senso-comum, e não o seu contrário. É o modo como o mundo social se constitui permanentemente no quotidiano que consiste o objecto de estudo da etnometodologia: como as práticas quotidianas tornam a acção situada

mutuamente inteligível.

Como vimos em capítulos anteriores, o conceito de intersubjectividade traçado pela linha de pensamento de Husserl e Shutz pressuponha que mundo social constituía o pano-de-fundo da cultura e tornava possível os actos de comunicação. A noção de mundo-vivido, para Husserl, incluía o horizonte de intencionalidade, as expectativas e as crenças. Traduzia-se num conhecimento partilhado acerca do mundo e comum aos membros de uma cultura, pelo simples facto de o mundo se apresentar do mesmo modo a todos. Shutz aprofundou esta noção: o mundo-vivido não é mais do que o mundo da experiência, já construído na esfera da subjectividade e da intersubjectividade. Situa-se numa categoria prévia relativamente ao mundo objectivo que a atitude natural do senso-comum convoca, mas que a primeira redução fenomenológica excluí. Para Shutz, o mundo-vivido e o mundo social confundiam-se: o conhecimento partilhado contruía-se através das acção e actividades do sujeito, e não numa ordem social eminente e objectiva.

Na perspectiva da etnometodologia, toda a interação humana é situada: a existência de um conhecimento partilhado, prévio e fixo, enquanto mecanismo que garante aos participantes a estabilidade do sentido e significado das acções entre várias situações ao longo do tempo é, no seu entender, desnecessário para explicar a mútua inteligibilidade da acção. Na recusa em aceitar um carácter normativo da sociologia, a etnomedologia refugia-se na função indexical da linguagem e na sua generalização. Partindo de Garfinkel, Suchman (1987) descreve o modo como a linguagem é eficiente em criar um conhecimento partilhado da situação. A função indexical da linguagem caracteriza-se pelo facto de em algumas expressões linguísticas o seu significado ser condicionado pelas circunstâncias particulares do seu uso, como é o exemplo dos pronomes pessoais da primeira e da segunda pessoa, ou os advérbios de tempo e de lugar (p.58,60).

A linguagem, generalizando a sua função indexical, torna-se globalmente dependente do contexto na exacta medida em que o seu campo de significação, mesmo quando não é explicitamente referido na expressão, faz referência às circunstâncias particulares de uma acção determinada. Não apenas as

expressões que os linguistas designam como sendo indexicais, mas também os nome próprios e aquelas cujo sentido parece ser objectivo e independente do contexto. A etnometodologia considera que é a dimensão *comunicacional* da linguagem que a torna, em qualquer um dos casos, específica e dependente das circunstâncias do seu uso. O uso da linguagem é situado devido ao facto de se encontrar subordinado à direcionalidade da comunicação (Suchman, 1987, p.60).

Como concluía Shutz, o significado de uma expressão excede sempre o sentido do que realmente é dito e a sua interpretação pressupõe um fundo ou um mundo dado por adquirido que está ausente. Contudo, a teoria de Suchman interpreta este “background”, não como um corpo culturalmente estável de sentidos partilhados pelos participantes, mas como um conjunto de aspectos que entram no jogo da interpretação e que não são mencionados semanticamente na linguagem (Suchman, 1987, p.60-62). Um destes últimos aspectos, que a linguagem não menciona mas que está presente na interpretação, é crucial para a teoria da acção situada, e consiste na situação em que ela própria é usada. Ao contrário da perspectiva estruturalista, a linguagem é incompleta e adquire o seu verdadeiro sentido quando enquadrada pelas circunstâncias particulares em que é usada, designadamente o contexto comunicacional, as disposições físicas e sociais que caracterizam a situação.

A teoria da acção situada é de carácter fenomenológico, uma vez que o mundo social e cultural é o mundo sujeito a interpretação, e não o mundo objectivo que resulta da atitude natural. Suchman instrumentaliza este resultado para mostrar que no design de interacção o desenvolvimento de agentes que “compreendam” o contexto da interacção humana não pode basear-se apenas no reconhecimento de certas palavras ou acções, dado que essas acções estão enquadradas por um horizonte muito mais vasto que o da linguagem.

Por fim, a abordagem da etnometodologia propõe que a estabilidade do mundo social não é a causa que explica a coerência da interacção humana mas, precisamente, é a consequência do modo alargado de como interpretamos os actos de comunicação e a acção situada. A etnometodologia designa a este processo o método documental e que consiste na aptidão “natural” que temos,

enquanto sujeitos, para interpretar as acções dos outros sujeitos, atribuindo-lhes intencionalidade e sentido. Em última análise, o problema da Sociologia, segundo esta óptica, consiste em determinar como se produz a mútua inteligibilidade da acção, dado que ela não se encontra prévia e objectivamente determinada.

Resumidamente, podemos identificar os principais resultados da teoria da acção situada:

- i) os planos são representações de acções situadas
- ii) os planos são, eles mesmos, uma actividade situada
- iii) a objectividade das situações de uma acção não é dada previamente, mas é construída
- iv) a linguagem é um recurso crucial na constituição da objectividade da acção e mantém uma relação de indexalidade com as circunstâncias daquilo que pressupõe ou se refere.
- v) como consequência da indexalidade da linguagem, a mútua inteligibilidade é alcançada em cada processo de interacção com referência à situação, e não a um corpo prévio de sentidos partilhados (Suchman, 1987, p.50,51).

4.5 A teoria da Interactividade Incorporada de Dourish

A teoria da Interactividade Incorporada constitui o mais recente esforço para abordar a relação humano-computador através de uma perspectiva fenomenológica. Sucedendo a Suchman, Dourish publica em 2001 uma obra em que apresenta e fundamenta a noção de interactividade incorporada, tendo investigado nos anos seguintes (2003, 2004, 2006) o papel das disposições físicas e sociais no design e no uso de tecnologia.

Durante o período de tempo decorrido entre a formulação das duas teorias, novas arquitecturas de sistema e abordagens surgiram no panorama da HCI, tendo estas em comum, como vimos em capítulos anteriores, o desígnio da “naturalização” das interfaces e da hibridificação entre o mundo físico e o mundo

digital. Consciente que estes novos avanços suscitam novos modos de conceber e usar a tecnologia digital, Dourish compreende a necessidade de se criar um enquadramento teórico que vá ao seu encontro. Podemos afirmar que a sua linha de pensamento tem origem em 3 vectores teóricos.

A fenomenologia ocupa uma posição de destaque na fundamentação do conceito de interactividade incorporada. O conceito de “embodiment” foi aliás proposto no passado por autores que desenvolveram a abordagem fenomenológica, em especial Merleux Ponty (1945) que formula uma teoria da acção incorporada. Dourish (2001) descreve como a abordagem fenomenológica a partir de Husserl se desdobra, e toma em Heidegger um caminho distinto. O conceito de intersubjectividade, na linha de Husserl e Shutz, assume também um papel de destaque na compreensão da computação social e na análise da mútua inteligibilidade que emerge das etapas do design e do uso da tecnologia.

Uma segunda influência teórica que podemos indentificar na sua obra é a etnomentodologia, desenvolvida nas ciências sociais por Garfienkel, Sacks, Blumer e Meads, e que serviu de base para Suchman formular a teoria da acção situada.

Por último, Dourish recupera o contributo de alguns autores da HCI e do Design de Interação que têm um entendimento da relação do Homem com o meio alinhado com a abordagem ecológica e comportamental da psicologia cognitiva. De novo, Gibson revela-se uma figura central no discurso teórico da HCI. A noção de *affordance* contribuiu para fundamentar o modelo conceptual dos TUIs e a sua visão esteve na base da teoria da psicologia dos materiais de Donald Norman.

O conceito de interactividade incorporada pretende captar a relação entre o espaço físico e social e a produção de sentido. Adoptando a perspectiva da fenomenologia, o utilizador encontra um mundo, de que os artefactos e a tecnologia digital fazem parte, já organizado em termos de sentido (Dourish, 2001, p.127). O objectivo de Dourish consiste em encontrar um padrão comum nestas três linhas de pensamento e cruzar a computação social com a computação física. Qual a relação que estas abordagens estabelecem entre o mundo físico e o

mundo social? Dourish sintetiza três pontos em comum (p.125,126). O primeiro é a ideia de que o conceito de incorporação, mais do que uma manifestação física, significa aquilo que está enraizado no mundo do quotidiano e de suas práticas. É, portanto, uma categoria constitutiva - um modo de ser - através da qual se produz o sentido e decorrem as acções.

O segundo ponto em comum é o papel central que o conceito de acção assume nas várias abordagens teóricas: a nossa compreensão do mundo é fruto da relação prática e directa que estabelecemos com ele.

Finalmente, verifica-se que tanto nas abordagens fenomenológicas como no pensamento de Gibson, designadamente no conceito de *affordance* do ambiente físico, a noção de incorporação corresponde ao lugar onde nasce a intencionalidade, e não como um seu objecto.

4.5.1 A matriz intersubjectiva da interação incorporada

Dourish (2001) identifica dois planos de natureza intersubjectiva que se manifestam através da tecnologia interactiva: a comunicação de intencionalidade entre o designer e o utilizador, e entre utilizadores (p.132-134). O primeiro corresponde à etapa do design, na qual é concebido um modelo conceptual para a futura utilização da tecnologia interactiva. Esta última funciona como um medium através do qual o designer e o utilizador comunicam. Tornar o sistema usável significa não apenas adequá-lo a um determinado tipo de uso, mas comunicar um conjunto de expectativas, constrangimentos e de formas através dos quais deverá ser usado (p.132). Na verdade, o raciocínio de Dourish é muito semelhante ao de Suchman e ao de Norman e, no essencial, estamos de acordo ele. Contudo, pensamos que o problema da intersubjectividade que se coloca ao nível do design da tecnologia é mais denso do que aquele que é referido por Dourish.

Julgamos que existe ainda um plano de intersubjectividade entre o designer e o utilizador que se manifesta a um nível mais profundo. Dourish salienta o carácter

“comunicacional” do processo do design: a ideia de que o uso pretendido revela-se pela própria tecnologia através do design. Nesta perspectiva, e uma vez que o processo de conceber a tecnologia pressupõe a noção de plano, é inevitável que o designer “idealize” o utilizador. Não está apenas em causa a comunicação do modo como o designer pretende que a tecnologia seja usada, ou ainda o modo como essa informação “unfolds in the course of the interaction between the user and the system, so that the user develops an understanding of the consequences of objects and actions in the system” (Dourish, 2001, p.132,133) mas, como previu Suchman (1987), durante essa actividade, o designer cria uma representação cultural do utilizador, baseado-se num conhecimento partilhado. Durante o processo de criação de um sistema interactivo, ainda que na sua mente, o designer simula o uso da tecnologia. Imagina diferentes cenários, diversas situações que envolvem vários actores, e introduz em cada um deles o utilizador. Encontramo-nos num nível de intersubjectividade mais profundo, aquele que convoca um conhecimento partilhado sobre o mundo e o modo como projectamos a intencionalidade do outro.

O segundo nível de intersubjectividade que Dourish (2001) afirma estar presente nos sistemas interactivos, é a comunicação entre utilizadores através do sistema. Não se trata dos actos de comunicação mediatizados por tecnologias pensadas originalmente para esse propósito, tais como o telefone, a videoconferência ou o correio electrónico. Dourish refere-se ao modo como as pessoas comunicam e desenvolvem estratégias entre si sobre aspectos relacionados com o funcionamento e uso da tecnologia, com o objectivo de personalizar a sua utilização. Vários estudos que incidiram sobre o uso organizacional de sistemas de informação mostram que estes sistemas são apropriados pelos utilizadores (Bloomberg, Suchman, Trigg, Dourish, Ackerman como citado em Dourish, 2001, p.133-134).

Esses estudos concluem que as pessoas comunicam através de repositórios de documentos e integram no seu trabalho novos modos de os usar. O sentido produz-se através da prática e não pode ser dissociado do lugar e da acção.

Nestes casos, o sistema interactivo torna-se ele mesmo no lugar:

Because interactive systems are often both the site at which this customization work is carried out and also the medium through which it is represented and communicated, they play a critical role in communicating and sharing meaning in communities of practice (Dourish, 2001, p.134).

A noção de apropriação da tecnologia assemelha-se muito à da teoria da domesticação da tecnologia de Silverstone, contudo esta última parece-nos mais desenvolvida e mais completa. Ambas as noções de apropriação referem-se a processos de adaptação ou personalização da tecnologia. Na teoria da interactividade incorporada, a influência da etnometodologia parece mais evidente. Como vimos anteriormente, a teoria de Silverstone, por sua vez, entende a apropriação da tecnologia como um processo lento e abrangente. Identifica várias etapas, desde o momento em que as pessoas se tornam proprietárias, até aos modos de exteriorização e comunicação de valores através da tecnologia. O carácter sociológico da abordagem leva a que Silverstone trate estes momentos ou etapas como sendo inteiramente genéricas, desvinculadas da singularidade do local, dos protagonistas ou das circunstâncias.

4.5.2 Intencionalidade e acoplamento nos sistemas interactivos

A intencionalidade é um conceito central na teoria da interactividade incorporada. Dourish (2001) recorre a Franz Brentano (1838-1917), filósofo que procurou distinguir duas formas de intencionalidade. A primeira, proposta originalmente por Brentano, refere-se à noção de direcionalidade que subsiste ao pensamento de algo na nossa mente. O sentido deriva deste estado da

consciência que é capaz de construir referências intencionais sobre o mundo. A intencionalidade são objectos psicológicos ou marcas mentais e exclui a problemática relativa à interpretação do outro deixando, portanto, de fora a esfera social (p.136).

Daqui decorre uma segunda noção, a intencionalidade *derivada*, que permitiu incluir objectos externos de representação do mundo e entrar na esfera do conhecimento partilhado. Por exemplo, o acto de pensar sobre uma árvore é enquadrada na noção de intencionalidade original, enquanto que a palavra “árvore” escrita num papel trata-se de uma intencionalidade derivada. Dennett (como citado em Dourish, 2001, p136) propõe que *toda* a intencionalidade seja derivada, argumentando que a intencionalidade é, em última análise, uma pressuposição de racionalidade e da capacidade do sujeito em realizar referências intencionais. Alinhando a sua argumentação com o pensamento de Shutz, Dennett explora a ideia de que a intencionalidade é uma façanha exclusivamente individual, mas que a intencionalidade é mutuamente alcançada por ambos, observador e observado.

A fenomenologia relaciona o sentido com a acção e com a intencionalidade. Por sua vez, a relação entre os sistemas interactivos e a intencionalidade, argumenta Dourish (2001), estabelece-se pelo facto do software ser constituído por elementos que são representações e abstrações do mundo, e dá como exemplo o botão de compra de um site de comércio electrónico. Do ponto de vista computacional, acção modifica o estado do sistema, designadamente carregando no registo correspondente aquele item da base de dados a informação da compra e respectiva acção de compra. Por outro lado, o designer do sistema sabe, desde o primeiro momento em que aquela funcionalidade foi concebida, que quando alguém pressiona aquele botão, passados alguns dias irá aparecer à porta da casa do utilizador alguém com uma encomenda. Como qualquer sistema de representação, a computação adquire uma natureza dicotómica: os seus elementos são objectos que representam aspectos de realidades paralelas. As entidades computacionais, como o exemplo do botão de compra numa página da

web, representam aspectos endógenos do sistema digital e, simultaneamente, aspectos do mundo da experiência humana.

Estas características que acabamos de referir constituem o centro da argumentação de Dourish ao estabelecer um elo de ligação entre a computação e a noção de intencionalidade derivada. A computação é intencional e, conseqüentemente, as actividades empreendidas pelas pessoas através dos seus objectos são revestidas de conotações intencionais. Assim, um dos aspectos fundamentais da teoria da interactividade incorporada, o modo com que interagimos com os sistemas computacionais, é indissociável dos efeitos que pretendemos alcançar no mundo – agimos no mundo através de sistemas computacionais (p.136).

A teoria da interactividade incorporada associa a noção de acoplamento (*coupling*) à de intencionalidade. A intencionalidade é, do ponto de vista filosófico, um processo mental, uma propriedade do modo de conhecer e tomarmos consciência do mundo. Acoplamento consiste na efectivação da intencionalidade, por exemplo através de uma acção. Ou seja, não se trata apenas de uma manifestação física mas também, como refere Dourish, de um fenómeno de intencionalidade. A acção produz efeitos no mundo físico e é guiada tanto por factores e constrangimentos físicos como por cadeias de associações sociais e linguísticas. Acoplamento refere-se à forma como nós pomos de pé ou destruímos relações entre entidades de modo a incorporá-las na nossa acção (p.138).

Tomando a perspectiva da atitude natural que caracteriza o senso-comum, a acção tem lugar “fora-de-nós” no mundo físico. O acoplamento descreve o modo como somos guiados para a acção e no contexto de uso de uma ferramenta ou tecnologia o nosso corpo é com ela combinado para dar origem à acção. Suchman (1987) e Dourish (2001) reafirmam a ideia de que certos instrumentos ou tecnologias são, no decorrer do seu uso, abstraídas pelo sujeito da acção e têm tendência para “desaparecer”. Como vimos no capítulo nº3, Duarte Rodrigues designa este mesmo fenómeno por naturalização quando descreve a tendência de miniturização dos aparelhos que mediatizam a comunicação.

Em ambos os estudos, Suchman e Dourish fundamentam a dualidade e a ambiguidade presente na nossa percepção face ao instrumento a partir da obra de Heidegger.

Ready-to-hand e present-at-hand

Segundo Heidegger (1927), estão presentes duas modalidades ou modos-de-ser nos instrumentos: *ready-to-hand* (disponível para manuseamento) e *present-at-hand* (importunidade). O primeiro refere-se ao modo de lidar com um instrumento como se tratasse de uma extensão “natural” do nosso corpo. Nesse contexto, o objecto fica disponível para ser usado e abstraímos-nos da sua presença. Por exemplo, quando martelamos, o martelo parece “desaparecer”- deixamos de pensar nele enquanto coisa - “Ao lidar-se com o instrumento no uso, a ocupação subordina-se ao ser para (Um-zu) constitutivo do respectivo instrumento; quanto menos se olhar de fora a coisa martelo, mais se sabe usá-lo, mais originário se torna o relacionamento com ele, e mais desentranhado é o modo em que se dá ao encontro naquilo que ele é, ou seja, como instrumento” (§15).

Com base nestes dois conceitos, Dourish (2001) defende que o acoplamento do nosso corpo com a interface de um sistema interactivo é um processo dinâmico que envolve uma sucessão alternada de momentos *Ready-to-hand* e *Present-at-hand* (p.140).

O enquadramento conceptual da intencionalidade e do acoplamento é do maior interesse, já que abre a análise dos sistemas computacionais a um ponto de vista exterior ao próprio sistema e às circunstâncias que envolvem as acção directamente no mundo da experiência humana.

4.5.3 Implicações para o Design

Centremo-nos agora numa dimensão mais prática ou da aplicabilidade no domínio da HCI das questões teóricas levantadas ao longo dos últimos tópicos, sobre o modo como conhecemos e nos relacionamos com o mundo. Podemos afirmar que o principal contributo da teoria de Dourish reside na forma como podemos verter toda esta reflexão teórica produzida pela crítica fenomenológica e da abordagem etnometodológica, num corpo de conhecimento teórico e prático disponível para as disciplinas relacionadas com o design da tecnologia.

Sendo que um dos principais traços que marca a interacção incorporada é a existência de uma base prévia comum à computação tangível e à computação social, Dourish (2001) começa por abordar cada uma delas em separado (159).

Neste domínio, a definição de computação física engloba tanto os media tangíveis, a Realidade Aumentada e a Computação Ubíqua como também os sistemas computacionais convencionais, tais como o rato ou uma impressora, desde que, de algum modo, incorporem no processo interactivo a disposição física envolvente e produzam uma relação espacial com as actividades que se realizam no espaço onde se encontrem. Dourish (2001) prevê que a computação tangível produza efeitos na interactividade incorporada a 3 níveis (p.26).

i) A reconfigurabilidade espacial. Esta propriedade consiste nos meios colocados à disposição do utilizador pela computação tangível, através dos quais modifica as disposições espaciais presentes no ambiente de interacção. E em certos sistemas como os TUIs, ao alterarmos determinados objectos físicos, alteramos o espaço físico e, simultaneamente, as funcionalidades do sistema.

ii) A relação do corpo com a tarefa. Muitos dispositivos possuem hoje sensores e actuadores, como acelerómetros e giroscópios, que permitem relacionar-se fisicamente com ambiente e com o corpo do utilizador. A computação tangível permite que certos dispositivos reconheçam, por exemplo, qual o utilizador que está a interagir com ele, ou algumas actividades que o utilizador realiza no

ambiente de interação.

iii) Limites ou constrangimentos. A computação física, pela sua própria natureza, impõe limites e condiciona o decurso de certas actividades. As práticas sociais e as actividades quotidianas estão subordinadas à realidade física do ambiente onde têm lugar. Dourish refere como o modelo conceptual dos TUI's explora, através da noção de *affordance*, os constrangimentos físicos, essa realidade e suas propriedades com o objectivo de construir artefactos que sejam usados de forma natural (p.159). Entre outras propriedades que o modelo conceptual do TUI's identifica e prevê, dá como exemplo de condicionamento, o facto de dois objectos físicos não poderem ocupar simultaneamente o mesmo lugar.

A computação social, por sua vez, acrescenta um conjunto de preocupações inexistentes nas teorias que suportam a computação tangível. De facto, a investigação de Norman e Gibson sobre a nossa relação com o meio físico e cultural centra-se sobretudo numa dimensão psicológica hesitando, ou mesmo excluindo, o mundo social e o problema da intersubjectividade no seu discurso. As circunstâncias que definem a situação na qual os participantes agem e têm como pano-de-fundo não só as disposições físicas, mas também as práticas sociais. De acordo com a abordagem da etnometodologia, os participantes, através da sua acção no lugar físico e na interação com outros membros, constroem dinamicamente o mundo social. Deste o modo, é de esperar que os utilizadores de um sistema interactivo não sigam uma acção racionalmente planeada, mas que a sua interacção com o sistema siga um curso incerto e dinâmico, dado que é guiado por diversos factores, entre os quais, a própria interacção com outros participantes.

A interacção entre os participantes, não apenas no decorrer da acção situada mas também através de uma comunidade de utilizadores que partilham as práticas relativas ao uso de um tecnologia, de acordo com Dourish (2001), suplantam o campo de análise da computação física e, em certo modo, a própria presunção de efemeridade que a etnometodologia faz da acção situada (p.161). Contudo, centremo-nos antes no carácter dinâmico do “aqui e agora”, que do

ponto de vista social subsiste à acção situada.

Com base nesta ideia, Dourish (2001) argumenta que o processo de interacção com o sistema deve pressupor a improvisação e que o design da tecnologia deve procurar transferir para o utilizador, sempre que possível, o **controlo directo** sobre o modo como decorre a actividade (p.160). De forma a suportar a improvisação, o sistema deverá ainda **tornar visível** as circunstâncias mais imediatas da actividade em curso. Passaremos agora a enumerar e resumir os principais princípios de design que a teoria da interactividade incorporada propõe ao longo do capítulo 6.

A computação é um *medium*

A computação, enquanto *medium*, oferece uma perspectiva do software não apenas como um suporte de comunicação ou um veículo de para a informação, como é o caso das aplicações de vídeo-conferência, *instant messaging*, etc, mas também como processo que opera uma transformação ou tradução da informação através do mecanismo algorítmico.

O tema do trabalho colaborativo na HCI apresenta um bom caso para a análise do modo abrangente como um sistema interactivo comunica o sentido. De acordo com a teoria da interactividade incorporada, a comunicação não se dá apenas pelos conteúdos que o sistema veicula, mas também no facto de o sistema dar a conhecer, através da visibilidade do estado do sistema, indicações sobre as actividades dos participantes. As consequências da computação manifestam-se de vários modos, entre os quais, na possibilidade dos participantes poderem “ver” o as acções dos outros “através” do sistema. Este processo é designado por modulação, e descreve o modo como o sistema transfere e recodifica aspectos relacionados com a acção situada dos participantes.

O utilizador toma consciência da relação entre os aspectos da computação e a sua actividade “local”. A aprendizagem que produz a partir do seu próprio caso,

permite-lhe inferir a relação entre o sistema e as actividades situadas de outros utilizadores do sistema. A experiência individual é, em certa medida, incorporada no sistema interactivo e convertida num recurso.

O sentido da interação é multidimensional

Este princípio de design baseia-se na ideia de que os artefacto ou elementos de uma interface não podem ser associados a uma única e exclusiva categoria de sentido. Dourish alude, indirectamente, à tradicional categorização dos signos da teoria semiótica, distinguindo-os entre ícones e símbolos. Dá o exemplo desta distinção para mostrar que os elementos de uma interface não são exclusivamente iconográficos ou simbólicos, mas apresentam características híbridas, apesar de na maior parte ser possível identificar um maior peso de um ou de outro. Os artefactos, ou elementos iconográficos, possuem características internas que de algum modo se relacionam com o fenómeno ou objecto que representam. O mapa é dado como um bom exemplo de um artefacto cuja representação é eminentemente iconográfica, uma vez que a sua organização visual está relacionada com o espaço físico do território. Contrariamente, uma letra ou um algarismo são considerados representações simbólicas pois referem-se a convenções ou ideias abstractas. Um outro exemplo descrito por Dourish são os desenhos de setas que acompanham inúmeras interfaces (desde logo, as teclas de cursor presentes nos teclados) e que representam o movimento correspondente. Apesar de se tratar de um elemento iconográfico a seta, enquanto signo, tem também uma dimensão simbólica e abstracta. No design da tecnologia que suporta a interação incorporada é fundamental compreender os vários níveis ou categorias de sentido, ainda que este não possa ser integralmente determinado pelo design.

A distinção entre ícones e símbolos assenta no modo como a representação está relacionada com aquilo que é representado. Podemos também tomar em

consideração uma nova dimensão caracterizadora dos artefactos ou da interface: a distinção entre representações de objectos, coisas e pessoas, por um lado, e acções, eventos e operações, por outro. A interface de uma aplicação que simula o virar da página de um livro digital é uma representação de uma acção, por sua vez, a imagem do livro é uma representação de um objecto.

Articulando o peso de cada uma destas tipologias de signos chegamos a uma análise bidimensional sobre o modo como os artefactos produzem⁵⁶ o sentido. Para o design da tecnologia é fundamental compreender que um artefacto não representa exclusivamente uma acção ou um objecto, nem é absolutamente iconográfico ou abstrato, mas o mesmo pode suscitar e produzir sentido simultaneamente a vários níveis.

O sentido do artefacto é dado pelo utilizador e não pelo designer

Os próximos dois princípios de interação - “*Users, not designers, create and communicate meaning*” e “*Users, not designers, manage coupling*”⁵⁷ (Dourish, 2001, p.170), podem ser resumidos numa única ideia, designadamente: o uso dado à tecnologia é, em última análise, determinado pelo utilizador no mundo da experiência, e não pelo programa do design.

Como vimos anteriormente, o sentido e intencionalidade do artefacto atribuído pelo design diluem-se nas circunstâncias das disposições físicas e sociais que caracterizam o ambiente quotidiano. O utilizador improvisa e, durante esse processo, recorre aos variados recursos disponibilizados na acção situada. Dourish salienta várias estratégias adoptadas nas ciências da computação que

⁵⁶ O autor utiliza recorrentemente a expressão “veicular o sentido”. Vejamos um exemplo: “ways in which artifacts can convey meaning as a part of their patterns of use” (Dourish, 2001, p.167). Do ponto de vista semiótico é incorrecta a ideia de que um signo ou uma representação transporte sentido. Não se pode falar propriamente de sentido até ao momento em que é interpretado pelo sujeito. Adoptamos antes a expressão “produção de sentido” (Thwaites, Davis, Mules, 2002, cap.1), que nos parece mais correcta que a expressão “transportar o sentido”. Esta última poderia sugerir que o sentido é algo que possa estar previamente determinado.

⁵⁷ Os itálicos são do autor.

têm por objectivo transferir algum controlo para o utilizador, e dá como exemplo as abordagens do Design Participativo e Design centrado no utilizador nascidas ainda na década de 1970. A implementação no software de programação de Macros e linguagens de programação visuais permitem que alguns utilizadores possam, sem treino especializado, participar do design do sistema adaptando-o às suas necessidades.

Mesmo considerando que o acoplamento da tecnologia aos vários elementos disponíveis no ambiente de interação seja da responsabilidade do utilizador, o designer poderá abandonar a tradicional postura, que se caracteriza pela adopção de métodos analíticos que modelizam o comportamento do utilizador, e ainda evitar recorrer a técnicas de avaliação cujo único propósito consiste em medir o impacto cognitivo no utilizador perante várias opções de design. O designer, em lugar de (pré-) conceber as formas de usar a tecnologia, deverá investigar o modo como tornar o artefacto mais compreensível, para que o utilizador possa compreender como poderá usá-lo em cada situação, tornando a tecnologia mais facilmente “apropriável” (Dourish, 2001, p.173). Deste princípio decorrem duas orientações para o design.

Em primeiro lugar, permitir que o utilizador possa agir “no sistema e através do sistema”, encurtando assim a distância entre a configuração e o uso da tecnologia⁵⁸. Dourish refere-se aos processos internos do sistema ou, usando as suas palavras, as operações que acontecem “behind-scenes”. Na maior parte das aplicações, estas operações não estão disponíveis e o sistema exibe uma interface interactiva fixa. O seu acesso, por parte do utilizador, facilitaria a incorporação da tecnologia nas suas actividades e práticas.

A segunda orientação para o design da tecnologia incorporada consiste em dar visibilidade aos estados internos do sistema, de forma a que o utilizador tenha uma consciência mais abrangente do seu funcionamento. Deve perspectivar-se a implementação do *feedback*, não apenas como elemento da interface da aplicação, como aliás é prática corrente no desenvolvimento de interfaces gráfica

⁵⁸ Esta ideia é muito próxima da noção de adaptabilidade proposta por outros autores da HCI que tivemos oportunidade de referir no ponto 4 do capítulo nº1.

convencionais, mas também como elemento de transformação do próprio artefacto. No contexto de um sistema de partilha e trabalho colaborativo online, Dourish dá o exemplo das vantagens da implementação do feedback na própria representação do documento digital. A mudança visual ocorria no próprio documento, e quando um participante começava a trabalhar nesse documento os restantes participantes ganhavam conhecimento dessa actividade (Dourish, 2001, p.176).

Tecnologias incorporadas participam do mundo que representam

Um sistema interactivo, através da sua interface ou dos seus objectos internos, representa aspectos do mundo. Ao contrário do software convencional, os universos dos medias tangíveis são eles próprios entidades do mundo físico. Dourish, por essa razão, afirma que as tecnologias incorporadas não representam o mundo mas participam dele. Mas não apenas as tecnologias tangíveis possuem esta propriedade de participação. Digamos que nesses a sua participação no mundo físico é uma consequência da sua própria condição. Contudo, esta ideia não está inteiramente vedada aos sistemas digitais convencionais. Em certos casos, o modo de conceber o software pode permitir a incorporação de eventos e informação relativa ao contexto físico e social nos objectos do sistema.

Conclusão

A noção de interactividade está presente em diversas áreas científicas com variações significativas ao nível do seu significado. O adjectivo interactivo designa a faculdade de algo permitir ou ser condição para a interacção. Como o que

caracteriza cada área científica é precisamente o seu objecto de estudo e a abordagem ao mesmo, é fácil compreender que a explicação para esta flutuação de sentido reside menos no termo qualificador (interactivo) e mais no que cada uma das áreas entende por interacção. As ciências da comunicação introduzem o termo para designar certas propriedades dos modelos de comunicação, tal como o carácter dinâmico do modelo, a sua bidirecionalidade ou o processo de *feedback* entre o emissor e o receptor. Os modelos de comunicação são construções formais, geralmente associadas a teorias, e têm como função representar e descrever o fenómeno da comunicação. Ao qualificarmos um modelo de comunicação como sendo interactivo estamos, ao mesmo tempo, a sugerir que a comunicação humana é ela própria um processo interactivo. A interactividade não um tema tratado em si mesmo e de forma autónoma pelas ciências da comunicação.

Outro factor que impede uma maior definição dos contornos da noção de interactividade resulta da incapacidade das ciências da comunicação estabilizarem a multiplicidade de modelos de comunicação. A ausência de uma certa unanimidade nas teorias da comunicação⁵⁹ quanto ao seu objecto leva Craig (1999) a afirmar que a teoria da comunicação, enquanto campo de estudo coerente, é inexistente. O autor identifica e descreve aquelas que são as cinco principais visões, epistemologicamente distintas e autónomas, sobre o fenómeno da comunicação: a perspectiva da retórica, semiótica, fenomenológica, cibernética e psicossocial (p.133). A principal dificuldade que impede a constituição de um corpo teórico no domínio das ciências da comunicação é a desarticulação que se verifica ao nível do debate teórico entre cada uma das abordagens: “There is no canon of general theory to which they all refer [...] no common goals that united them, no contentious issues that divide them. For the most part, they simple ignore each other” (p.120) .

À medida que a sociedade contemporânea assistiu à crescente generalização

⁵⁹ Neste estudo ficamos a saber que à data foram identificados nos principais livros de ensino superior 245 teorias da comunicação (Anderson, 1996, citado por Craig, 1999, p.120) e inúmeros modelos de comunicação de “transmissão” (1999, Craig, p.124-126).

da mediatização da comunicação, o papel da tecnologia ganhou um novo protagonismo. As disciplinas envolvidas no design da tecnologia produzem, paralelamente às ciências da comunicação, um discurso sobre o problema da interactividade. De acordo com Kioussis (2002), este discurso aproxima-se, por vezes, da sociologia e aborda a questão da relação humano-computador procurando estabelecer um paralelismo com a noção de relação interpessoal face-a-face (p.363). Porém, diversos autores da área do design da tecnologia usam a noção de interactividade de forma totalmente autónoma, focando mais a dimensão da tecnologia ou do comportamento do utilizador. Neste domínio, a interactividade adquire um significado dialógico, centrado na relação do utilizador com o sistema e nas suas características. A interactividade refere-se a determinadas funcionalidades estarem presentes no sistema e possibilitarem a troca de informação ou conteúdos com o utilizador. Kioussis (2002) classifica esta visão numa categoria de “não-comunicação” e refere vários autores da HCI e do design de interação, como são o caso de Schneiderman e Murray, que desenvolvem uma noção de interactividade independente e autónoma relativamente às teorias da comunicação (p.366).

Outras autores, como por exemplo Rafaeli (1987), propõem-se investigar a noção de interactividade, enquanto fenómeno autónomo, como uma verdadeira variável e obter uma definição formal do conceito. Ao contrário das definições de interactividade então vigentes, estas estariam demasiado dependentes de uma visão, ora exclusivamente centrada na tecnologia, ora no utilizador. Deste modo, a noção de interactividade acaba por ser confundida com outras noções semelhantes, tais como “*bidirectionality, quick response, bandwidth, user control, amount of user activity, ratio of user to medium activity, feedback, transparency, social presence and artificial intelligence*”⁶⁰, facto que resulta na insuficiência destas abordagens em captar a sua verdadeira plenitude (p.115).

Neste modelo, a interactividade do *medium* em que decorre o processo comunicativo organiza-se em vários níveis, ou graus de complexidade; o não-interactivo, o quasi-interactivo ou reactivo e, finalmente, o nível interactivo. Na

⁶⁰ Itálicos do autor.

comunicação não-interactiva, as mensagens trocadas entre os intervenientes não têm qualquer tipo de relação entre si, ainda que o canal seja bidirecional. A reactiva, por sua vez, caracteriza-se pelo facto de cada uma das mensagens estarem relacionadas com as anteriores. Por fim, a noção de interactividade pressupõe que cada mensagem esteja interligada com todas as restantes, deste modo o *medium* incorpora características *responsivas* (Rafaeli, 1987, p.118-125).

Face ao panorama descrito, e tendo em consideração que o tema da presente tese ambiciona cruzar as ciências da comunicação e o design da tecnologia, este capítulo teve por objectivo não apenas apresentar as principais teorias sobre a noção de interactividade, mas também dar a conhecer o nosso posicionamento epistemológico, e o entendimento que temos sobre este conceito.

A dimensão tangível do sistema interactivo, que pretendemos desenvolver e analisar, levanta questões que não podem ser explicadas à luz de apenas uma das áreas científicas referidas. A perspectiva adoptada pelas áreas relacionadas com o desenvolvimento da tecnologia privilegia uma análise do processo de interacção com utilizador centrada nas características internas do sistema e no conceito de interface. A tecnologia digital em geral, mas sobretudo os media tangíveis, estabelecem uma relação que vai para além da dimensão dialógica com o sistema. Os Média tangíveis têm espessura e expressão física: são dotados de um corpo que habita o espaço das disposições físicas e, como propõe a teoria de Silverstone, estão sujeitos à acção do mundo social tal como os demais objectos físicos também eles presentes no nosso quotidiano.

À lógica do sistema sobrepõe-se a lógica do mundo da experiência humana, uma noção de interactividade que exclua qualquer uma das camadas será sempre incompleta. A crítica da fenomenologia e a abordagem da etnometodologia da interacção permitiu-nos enquadrar o processo de mediação tecnológica no mundo da experiência humana: descreve o modo como o sujeito pensa e percebe a tecnologia, por um lado, e introduz a questão de como o sistema interactivo cria um plano de inteligibilidade recíproca e de intersubjectividade. A noção de interactividade exigida para enquadrar um sistema tangível com

ambição de ser adaptável terá necessariamente de ir ao encontro do trabalho teórico desenvolvido na HCI por Suchman e Dourish. Uma noção de interactividade que incorpore as práticas sociais e culturais do ambiente de interacção, e que seja sensível às circunstâncias singulares da situação em que decorrem as actividades do quotidiano do utilizador

Capítulo 5 – A tecnologia tangível adaptável e questões de investigação

O desenvolvimento de um sistema que tem como meta constituir-se como plataforma para a personalização de objectos físicos coloca-nos diante de desafios de natureza técnica, conceptual e do design. O objectivo principal do nosso estudo consiste em identificar quais são esses desafios e descrever o processo de adaptabilidade dos media tangíveis. Os problemas colocados pela nossa tese são únicos e não encontram uma resposta definitiva no corpo teórico da tangibilidade nem no tema da adaptabilidade. Como descrevemos nos pontos 4 e 5 do capítulo 1, a adaptabilidade de sistemas “não-tangíveis”, tal como o software tradicional, é amplamente estudado, mas a sua abordagem trata o sistema de forma relativamente autónoma e independente dos factores que resultam das disposições físicas do ambiente de interação, tornando-as inadequadas ou insuficientes para descrever o nosso objecto de estudo. O estudo da adaptabilidade no universo teórico dos media tangíveis encontra-se ainda na sua infância, e podemos apontar como causas o facto deste paradigma de interação ser, por um lado, muito recente. A outra causa reside no facto dos

objectos do mundo físico serem, pela sua natureza, tecnicamente mais difíceis de modificar do que os objectos digitais.

Por estas razões, torna-se necessário construir um quadro de análise que nos permita descrever o processo de personalização dos objectos tangíveis. A proposta organiza-se em três eixos correspondentes a desafios e problemas de natureza distinta: a relação com o ambiente de interação, o processo de produção do artefacto por parte do utilizador e os problemas específicos ao nível do design de interação.

5.1 Ambiente de interação

Na primeira linha surge a questão de como o ambiente de interação doméstico se traduz ou não numa reserva de recursos para o processo de adaptação. Obviamente, aceita-se como hipótese que a resposta a esta questão é afirmativa, mas o que se entende por recursos?

Evocando o contributo da abordagem etnometodológica da HCI interpretamos a noção de recurso como quaisquer elementos disponíveis ao participante nas circunstâncias que envolve a interação. Inevitavelmente, todos os objectos físicos que integram o ambiente doméstico, tenham eles uma função simbólica, utilitária ou associada ao lazer, estão disponíveis e passíveis de serem convertidos num artefacto com funcionalidades digitais. As tecnologias de informação e comunicação, como tivemos oportunidade de referir no ponto 4 do capítulo 4 quando resumimos os resultados da teoria da domesticação da tecnologia, também elas são objectos do mundo físico e, por esse motivo, poderão ser usadas no processo de adaptação. Esta classe de objectos tem, para o nosso estudo, uma importância especial. Não se trata apenas da sua potencial incorporação no artefacto concebido e adaptado pelo participante, mas também pelo modo como estas tecnologias, que os *smartphone* são um bom exemplo, podem concorrer ou complementar influenciando o processo de adaptação. Neste âmbito será necessário comparar as funcionalidades implementadas no artefacto

com as funcionalidades das tecnologias presentes no ambiente de interação.

Um segundo aspecto que será oportuno investigar, trata-se da interdependência entre a experiência de utilização que o artefacto suscita e a singularidade do ambiente de interação. Será que o artefacto concebido e adaptado pelo utilizador pode ainda ser usado noutro ambiente de interação que não o seu ? Este ponto explora a ideia que o processo de adaptabilidade incorpora as práticas sociais e características singulares que resultam das actividades quotidianas no seu design.

Para responder a esta questão será necessário proceder a uma descrição pormenorizada do ambiente de interação, identificando os vários protagonistas que cohabitam o espaço, as actividades quotidianas, os artefactos e tecnologias. Com estes elementos presentes tentaremos, num segundo momento, enquadrar as funcionalidades digitais escolhidas pelo utilizador para incorporar o artefacto. O utilizador produz informalmente um modelo mental acerca de como funcionará o novo artefacto. Será que a experiência de utilização que o utilizador prevê para o artefacto incorpora os elementos do seu quotidiano ?

5.2 Estratégias de criação do artefacto

Ao contrário dos sistemas puramente digitais, a adaptabilidade de objectos físicos apresentam um conjunto de dificuldades. Quais as estratégias disponíveis ao utilizador que lhe permitam fabricar um artefacto físico? Intervir fisicamente num objecto é uma tarefa muito variável, na qual intervêm um elevado número de factores. Alguns cenários envolvem um grau de especialização, ou ainda um conjunto de competências técnicas, que podem não estar disponíveis em todos os indivíduos. Certas tarefas de fabricação, ou a simples modificação de objectos físicos, exigem não só materiais e ferramentas específicas, como também um nível de conhecimento técnico da parte do utilizador.

Algumas pessoas, como por exemplo artistas plásticos, designers, carpinteiros, mecânicos entre outros, em resultado da sua formação escolar ou profissional

desenvolveram aptidões técnicas e têm ao seu dispor os recursos necessários para fabricar um artefacto físico ou intervir num já existente. Construir o artefacto de raiz a partir de matérias simples é um cenário que pode ser considerado como exagerado ou até irrealista no panorama da adaptabilidade, contudo não devemos excluí-lo. Mas outras estratégias de intervir fisicamente nos objectos estão disponíveis e a antropologia, que naturalmente trata este tema há muito tempo, oferece-nos um quadro de análise que deve ser recuperado. Há que ter em consideração que certas estratégias de adaptação do mundo tangível não envolvem competências especiais, como é o caso em que o utilizador converte um objecto do quotidiano incorporando novas funcionalidades digitais, sem que seja necessário proceder a modificações físicas. Um dos objectivos da presente tese é identificar as várias estratégias ou cenários subjacentes à criação dos artefactos: estratégias de construção, modificação, composição ou ainda conversão.

Comparando a adaptabilidade tangível com a adaptabilidade do software digital convencional, verificamos que a primeira não apresenta apenas dificuldades, mas também novas oportunidades. Aqueles utilizadores que possuem competências técnicas e conhecimentos prévios na fabricação ou criação de objectos poderão sentir-se mais confortáveis em personalizar o mundo físico do que o mundo digital. Não nos devemos esquecer que o meio digital exige igualmente um conjunto específico de competências que, em algum momento da vida do utilizador, terão de ter sido adquiridas.

5.3 Modelos Mentais

A adaptabilidade dos Média Tangíveis suscita questões específicas ao nível dos vários princípios do design de interacção. Durante o processo de adaptação, o utilizador é transportado para um cenário em tudo semelhante ao que o designer se depara sempre que concebe e desenvolve um artefacto. A adaptabilidade é um processo que opera uma mudança no estatuto do utilizador

transformando-o em designer. No decorrer deste processo, o utilizador concebe um modelo mental da experiência de utilização do artefacto, ainda que informalmente.

Associado ao processo do design estão sempre dois planos que podem ou não coincidir: por um lado, o uso pretendido do artefacto definido no modelo mental de funcionamento e, por outro, aquele que efectivamente se realiza na prática, ou seja, o uso actual. Partimos da hipótese que o mecanismo da adaptabilidade associado ao facto do utilizador possuir um elevado grau de controle sobre os vários aspectos do quotidiano, aproxime aqueles dois planos.

O nosso estudo deverá investigar se o utilizador de um sistema tangível adaptável consegue, através dele, criar um modelo mental do artefacto: duas questões deverão ser colocadas ao participante em dois momentos distintos: Como se espera que o artefacto venha a ser usado? Como foi o artefacto efectivamente usado?

A dificuldade em conceber um modelo mental e implementá-lo no design do artefacto poderá dever-se a duas razões. Por um lado, pode o sistema tecnológico que assiste o processo de adaptação ser incompreensível ou difícil de usar na óptica do utilizador. Neste caso, o utilizador concebe um artefacto mas não consegue implementá-lo na prática devido a problemas inerentes ao próprio sistema. Por outro lado, se o artefacto foi usado de modo diferente para o qual foi originalmente pensado será interessante procurar as razões que suscitaram a diferença. A adaptabilidade deveria permitir que o utilizador procedesse a pequenos ajustamentos no design do artefacto de forma a adequá-lo à natureza dinâmica do quotidiano e à contingência que caracteriza o ambiente de interação doméstico.

5.4 Mapping

A manipulação directa de objectos físicos é uma característica fundamental dos media tangíveis. Desde logo, serviu de metáfora ao modelo conceptual da

“secretária” que ainda hoje predomina o software dos principais sistemas operativos. Os principais sistemas operativos actualmente presentes computadores pessoais e dispositivos móveis são eminentemente gráficos e figurativos: a interface baseia-se em elementos gráficos que funcionam como metáforas de eventos ou objectos do mundo real. A manipulação de certos elementos da interface (quer se tratem de representações gráficas bidimensionais ou de objecto físicos) colocam um problema amplamente estudado pela psicologia cognitiva e que, no contexto do design de interação, é designado por *Mapping* (Preece, Roger e Sharp, 2002, cap.1).

Este conceito relaciona o elemento que o sistema interactivo convencionou como aquele que é representativo de uma acção e a acção propriamente dita; a representação gráfica e o seu efeito no mundo real ou no sistema cujo o elemento se integra. A relação entre a tecla de cursor “esquerda” e o movimento real do cursor é considerada por Norman um mapeamento do tipo natural (“*natural mapping*”) (Norman, 1988, p23-26).

A adaptabilidade dos media tangíveis implica a incorporação de funcionalidades, digitais ou não, em objectos do quotidiano. Estas novas e recém criadas funcionalidades por parte do utilizador sobrepõem-se às funcionalidades “naturais” do objecto, caso este se trate de um objecto convertido. O problema de *mapping* que se coloca à concepção e produção de um objecto concebido especificamente para desempenhar determinadas funções é, já de si, um exercício que apresenta dificuldades para o design de interação. Temos ainda que considerar o facto de o utilizador do sistema não ser um especialista em design de interacção nem tenha necessariamente alguma experiência passada na resolução de problemas de *mapping*. Como poderá o sistema distinguir entre uma utilização “natural” do artefacto e a activação de uma funcionalidade incorporada pelo utilizador?

Esta dificuldade coloca-nos perante uma nova questão. De que forma poderá um sistema tangível e adaptável permitir um grau de liberdade gestual ao nível do seu manuseamento, não pondo em causa a ambição de universalidade, mas que ao mesmo tempo seja suficientemente simples de forma a permitir a sobreposição

de mapping?

5.5 ATA – Artefactos Tangíveis Adaptáveis

Para tornar mais clara a leitura do documento, apresentaremos neste ponto, uma breve descrição do sistema ATA e alguns cenários hipotéticos da sua utilização. A tecnologia ATA será descrito com maior profundidade e detalhe ao longo do 2º capítulo da 2ª parte.

Propomos investigar estas questões teóricas através de um estudo de natureza empírica, que se apoiará no desenvolvimento e avaliação de uma tecnologia que oferece ao utilizador os recursos necessários para adaptar e incorporar em objectos do seu quotidiano funcionalidades do mundo digital. Uma parte do nosso trabalho é dedicado ao desenvolvimento de um sistema tecnológico, que através do qual os indivíduos ou famílias poderão converter qualquer elemento físico de sua casa num novo artefacto tangível com funcionalidades digitais.

Contrariamente aos projectos de investigação típicos em *Tangible User Interfaces* (abordados no capítulo 1), com especial relevância aos que são desenvolvidos pelo grupo *Tangible Bits* do MIT, o modelo ATA não impõe um conjunto de objectos pré-preparados pela equipa de investigação, nem um âmbito de aplicação específico.

Através de etiquetas electrónicas reutilizáveis e de pequena dimensão, concebidas e desenvolvidas exclusivamente no âmbito da presente tese, e que designamos *ATA CLIENT*, os participantes terão a liberdade de escolher e incorporar nos objectos físicos que fazem parte do seu ambiente doméstico, colando e personalizando neles a etiqueta.

A etiqueta *ATA CLIENT* recorre a tecnologia de sensoramento de movimento inercial, pequenos circuitos integrados que medem a aceleração e a orientação física (acelerómetros e magnetómetros) a que são sujeitos quando manuseados, permitindo ao sistema reconhecer e extrapolar os gestos efectuados nos objectos.

Na verdade, o núcleo da etiqueta é um pequeno computador ou micro-controlador que processa e calcula a informação proveniente dos sensores referidos e envia, por rádio, para um caixa (*ATA SERVER*) que gere todas etiquetas que se encontram em funcionamento na casa.



Figura I.23 - Reprodutor de media. Exemplo de criação de um interface tangível a partir da incorporação da etiqueta num objecto do quotidiano. O copo de canetas representa um álbum musical.

As etiquetas electrónicas são concebidas para ocuparem o menor espaço possível, a sua dimensão estimada será aproximadamente 3x3cm; o baixo custo e miniaturização deste tipo de componentes electrónicos são explicados pelo facto de na última década terem sido massificados em virtude da proliferação das tecnologias móveis. Há que acrescentar que o nosso estudo propõe testar, conceptualmente, um modelo de interacção a partir de um protótipo, não se tratando de um produto comercial, pelo que não trataremos na presente tese de factores de ordem económica ou ainda dos detalhes que se prendem com os processos de fabrico. As pequenas etiquetas serão capazes de reconhecer os gestos em consequência de serem manuseados, mas também de produzir sons e emitir luz, numa vasta gama de cores.

A figura I.23 ilustra o exemplo hipotético de uma aplicação simples do sistema. O utilizador introduz uma etiqueta ATA CLIENT no copo de canetas que possui na sua secretária. Através da sua personalização prévia, o copo passa a representar um álbum musical, podendo realizar as operações normais que estão presentes num *Media Player* convencional. A etiqueta reconhece o movimento de rotação e associa-o a uma função pré-estabelecida, tal como mudar a faixa ou aumentar o volume.

Outros movimentos ou acções motoras podem ser personalizadas; movimento de translação (deslocação) ao nível dos três eixos (para cima, para baixo ou para o lado) ou determinados gestos tal como agitar. O sistema é, também ele, aberto ao nível das funcionalidades. Os conteúdos digitais que o objecto representa ou controla não têm necessariamente de ser locais, como no exemplo anterior, é aliás uma das características mais interessantes do modelo ATA, a associação dos objectos físicos quotidianos a conteúdos e informação provenientes do *ciberespaço* e das rede-sociais, problematizando as noções de público e privado dos processos comunicativos no ambiente doméstico.



Figura I.24 - Interface tangível de um *blog*.
O *souvenir* da cidade de Paris ilumina-se sempre que um comentário novo é adicionado a um *blog* de viagens da *Internet*.

A figura I.24 representa um outro cenário hipotético. Uma família visitou

recentemente a cidade de Paris e decidiu criar um espaço de partilha na web com as imagens da viagem.

Para aquela família, o *souvenir* que trouxe daquela cidade representa a viagem, e sempre que um amigo ou conhecido adiciona um comentário *online* no *blog*, a etiqueta ATA CLIENT ilumina o objecto translúcido assinalando o evento.

Neste modelo, a associação dos conteúdos imateriais aos objectos físicos é livre, a sua motivação deverá apelar à dimensão biográfica do utilizador, ao jogo de emoções que o sujeito estabelece entre as “coisas” as disposições espaciais e a sua memória. Os exemplos que demos são ideais e o seu carácter meramente exemplificativo do uso hipotético do sistema. É-nos impossível antever os cenários em que esta tecnologia será usada. Como iremos discutir ao longo do capítulo 1, são inúmeros os factores que condicionam o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no ambiente doméstico, desde as práticas culturais e as actividades quotidianas, as disposições espaciais, a organização social, as noções de propriedade e de partilha, os fenómenos construção de identidade, o género... todos eles desempenhando um papel determinante.

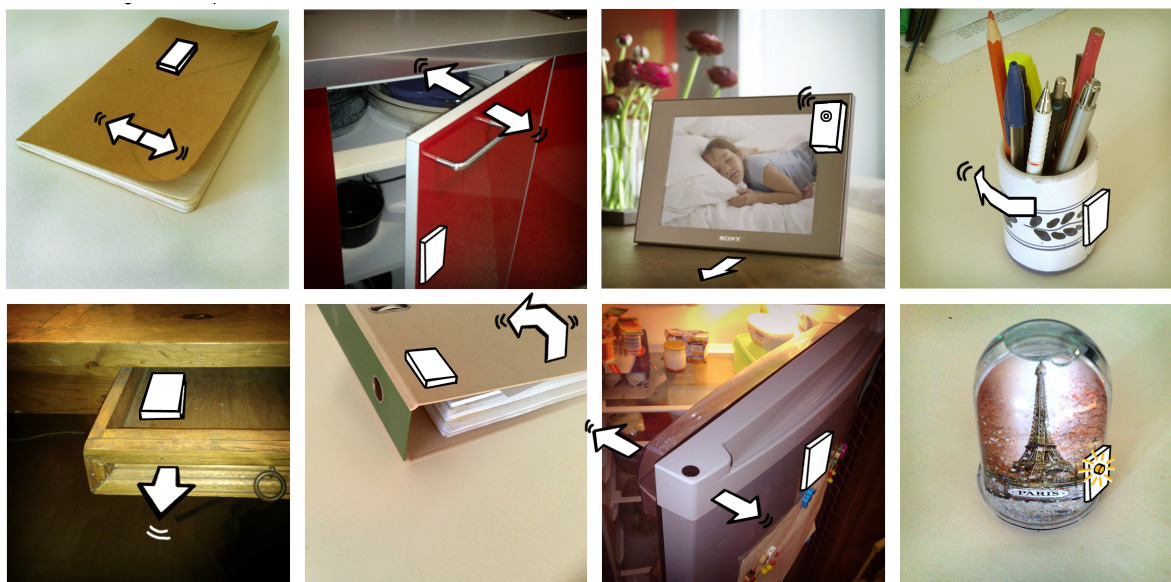


Figura I.25 - cenários hipotéticos de uso da tecnologia ATA. Várias tipologias de objectos físicos (simbólicos, utilitários, lúdicos) presentes numa casa que podem ser sujeitos à conversão

em interfaces tangíveis.

O conceito subjacente ao modelo de interacção pode ser sintetizado na afirmação *as coisas são aquilo que eu quero que elas sejam*. Na figura 1.25, são identificados algumas tipologias de artefactos que podem ser encontrados no ambiente doméstico. Desde objectos funcionais ou utilitários, tais como os electrodomésticos e os móveis, aos objectos cuja a dimensão simbólica se sobrepõe às restantes, como é o exemplo da moldura que contém uma fotografia. A cada objecto estão assinalados os movimentos - gráficos a branco com contorno negro - que decorrem naturalmente das suas *affordances* físicas.

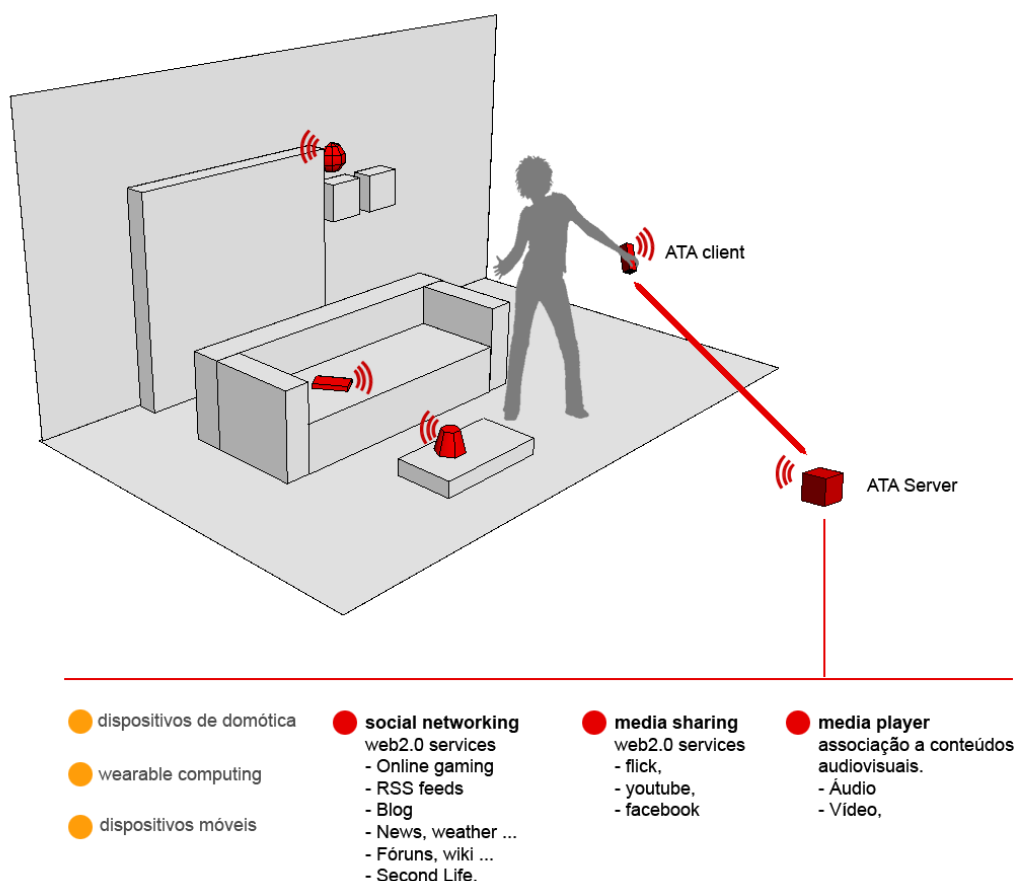


Figura 1.26 - Sistema ATA. A caixa ATA SERVER é responsável pela gestão dos conteúdos digitais e a respectiva correspondência com as acções e eventos das etiquetas ATA CLIENT.

Do ponto de vista técnico, a sua arquitectura estrutura-se em torno de duas classes de dispositivos. As etiquetas ATA CLIENT, que se são incorporadas nos

elementos físicos da casa e, como tivemos oportunidade de referir, codificam as acções motoras do mundo físico em eventos no mundo digital, funcionando de igual modo em sentido inverso, ou seja, sinalizam no mundo físico, sons e luz, eventos do mundo digital.

Assim, as etiquetas convertem os objectos mundanos em dispositivos de entrada/saída. A informação das etiquetas são comunicadas em tempo real, via rádio-frequência, para uma caixa central – designada por ATA SERVER - , que consiste num computador com ligação à Internet, sendo responsável pela gestão dos pedidos provenientes das etiquetas e por estabelecer a correspondência das acções com os conteúdos *online*. A caixa ATA SERVER pode ser conectada a um sistema de audiovisual (televisão, reproduutor de media, de som, rádio) que o indivíduo ou família já possua na sua casa.

Capítulo 6. Metodologia e técnicas de investigação

O nosso estudo propõe-se reflectir sobre um modelo de interacção que se consubstância em torno de 3 vectores estruturantes. Como vimos anteriormente, o primeiro resulta da **(i) da tangibilidade do sistema interactivo**. O segundo traduz-se no princípio da **(ii) adaptabilidade** do processo interactivo, relativamente ao qual pretendemos a sua implementação e avaliação do seu uso. A **adaptabilidade** consiste na capacidade do utilizador determinar, ele próprio, as funcionalidades do sistema; a transferência (em parte) do processo de design da tecnologia para o utilizador, dando-lhe a liberdade de definir os gestos, os objectos e os conteúdos digitais. Por último, a **(iii) discricionariedade** do modelo de interacção proposto está relacionada com a universalidade do sistema ao nível do seu campo de aplicação. Ao contrário dos sistemas pensados para um contexto especializado, como são os exemplos extremos um *cockpit* de avião, uma *interface* para o controle e monitorização de um reactor nuclear, ou ainda aplicações para o ambiente de trabalho de escritório, o sistema ATA procura ser suficientemente flexível para poder funcionar num vasto leque de contextos e para

uma diversificada gama de conteúdos.

Da nossa parte, a escolha que recaiu sobre o ambiente de interacção doméstico foi criteriosa, e sua motivação está intimamente ligada aos 3 vectores que caracterizam a nossa abordagem. O ambiente de interacção escolhido para testar a tecnologia ATA teria que oferecer as condições ideais para o processo de adaptação; seria aquele em que o utilizador teria um maior controle sobre as disposições físicas do espaço e, ao mesmo tempo sentisse familiaridade com as actividades e práticas sociais que nele têm lugar.

O ambiente doméstico, devido às características únicas que reúne, assume-se como o meio privilegiado para estudar o impacto do nosso modelo conceptual no processo comunicativo entre os membros que o constituem e que se manifesta nas esferas social, cultural, técnica e estética. O objectivo da primeira parte do presente capítulo consiste precisamente em justificar, de um ponto de vista teórico, a nossa escolha. Na segunda parte do capítulo, procuramos reflectir sobre as várias abordagens e técnicas de investigação, disponíveis na HCI, e que têm como objectivo introduzir e estudar novas tecnologias no ambiente doméstico. No final, descrevemos o modo como irá ser produzido o estudo empírico, fundamentando as nossas escolhas ao nível das técnicas de investigação.

6.1 Caracterização do ambiente doméstico

Precisar o conceito de casa é uma tarefa difícil, não só devido à evidente profusão de significados relativos a si na cultura, como pelas inúmeras abordagens de que é objecto pelas várias ciências humanas. A perspectiva mais útil é, em nosso entender, sem perder de vista o contexto do nosso estudo, aquela que procura compreender e reflectir como a tecnologia é apropriada pelos seu membros. A partir daí, será mais produtivo enquadrar qual o papel que a tecnologia tem nesses processos.

Veja-se, a título de exemplo, as *nuances* e variações subtis que podemos encontrar em torno da noção de casa. A palavra em si remete-nos para o espaço

físico, ou até temporal, como nas expressões que designa o “ponto de partida”. Já a palavra “lar” apela a uma dimensão afectiva, cativa, de natureza psicológica que procura estabelecer uma relação com tudo o que nos é familiar.

Do mesmo modo, a casa é antes um cruzamento de vários sub-espacos, os quais podemos identificar por uma simples lógica utilitarista, dada pela função que geralmente lhe é atribuída pelos vários indivíduos que nela habitam – a cozinha, a sala-de-estar, a dispensa, o quarto-de-banho, etc. A função que é atribuída ao sub-espaco, bem como as características físicas e arquitectónicas, têm um forte impacto nas actividades e práticas que se realizam em cada um deles - “Homes are tremendously variable, and the housing type, size, number of inhabitants, expectations about noise,[...] some would argue that the kitchen in many Manhattan apartments is vestigial, and the even is more likely to be used for storage food than preparation[...]” (Elliott, Sengers e Woodruff, 2006, p.2)

Paralelamente a uma visão utilitarista, que olha a casa enquanto mero arranjo espacial, uma outra acentua os sub-espacos como lugares de legitimação de determinados comportamentos, promovendo o exercício de partilha. Noutros, os seus membros reclamam para si a propriedade ou ensaiam estratégias, que visam a afirmação/construção de identidade.

Estes factores são fundamentais na compreensão dos processo de apropriação e uso das tecnologias, e como tal, devem ser consideradas no seu *design* (Silverstone e Haddon, 1996). O exercício da propriedade e da partilha são territórios instáveis no ambiente doméstico, em permanente negociação e de fronteiras pouco definidas. Variam consoante o contexto, as actividades, os actores envolvidos (que podem ser individuais ou colectivos, e.g crianças e adultos, feminino e masculino), ou o espaco funcional onde decorrem as interacções sociais; “[o conceito de propriedade] is not a matter of legal ownership but has to do with a range of informal rights and obligations that arise over locations in the home” (Hughes, O’Brien, Rodden, Rouncefield e Viller, 2000, p.14).

Consequentemente, se pensarmos introduzir uma tecnologia de comunicação no ambiente doméstico, será pertinente reflectir sobre a modalidade do acesso

aos conteúdos; de que forma o acesso será restringido ou permitido a determinados membros, se é pertinente considerar a modalidade de acesso multi-utilizador, concebendo para tal um sistema de acessos diferenciados (Hughes et al., 2000)

De modo similar, à multiplicidade de espaços que a compõem, acresce que a casa é uma sistema aberto no sentido em que a esfera pública coexiste com a esfera privada. A par do consumo, considerado um fenómeno global que atravessa culturas geograficamente localizadas (Silverstone e Hirsch, 1992), o papel das Tecnologias de Informação e Comunicação têm aqui um papel determinante na abertura do ambiente doméstico à esfera pública, em especial pela condição de consumidor/produtor de conteúdos que o novo paradigma da web2.0 oferece aos indivíduos e famílias.

Tratando-se o *ciberspaço* de uma supra-estrutura, um espaço antropológico ubíquo que trespassa o espaço geográfico e dilui o território político e social (Lévy, 1996), as novas plataformas tecnológicas associadas à profusão de redes sociais promovem as relações inter-pessoais, criam comunidades verdadeiramente novas que combinam indivíduos de culturas tradicionalmente distintas, multiplicam os fenómenos de criação e partilha de sentido e tornam públicos os processos comunicativos que até então estavam circunscritos a esferas privadas.

Outro mecanismo que contribui para o cruzamento da esfera pública com a esfera privada é o fenómeno da introdução no ambiente doméstico de actividades relacionadas com o *trabalho*. Ao contrário de outros ambientes, a casa não é um lugar onde se exerce apenas um tipo de actividade. Curiosamente, um dos aspectos que torna o ambiente doméstico rico e discricionário traduz-se pelo facto da experiência quotidiana em casa ser condicionada ou facilitada pela combinação de actividades de natureza variada (de lazer, utilitárias, de trabalho, etc.), e do papel que as Tecnologias de Informação e Comunicação assumem para essa diversidade- “the belief that homes should be private areas accessed exclusively by family members emerged from the Victorian era [...] When we work from home or response to buisness email in the middle of the night our employers,

clients, and co-workers are once again inhabiting our homes” (Elliott et al., 2006, p.1).



Figura 1.27- Factores que condicionam o ambiente doméstico. A casa e a multiplicidade de contextos a que os seus membros estão sujeitos.

A riqueza de contextos que a noção de casa sustenta permite-nos, com alguma facilidade, inverter os argumentos provenientes de uma visão determinista da tecnologia, ou se preferirmos, tecnocrata. Qualquer dos factores que elencámos anteriormente pode isoladamente condicionar parcialmente o uso da tecnologia, mas não na sua totalidade.

É a intercepção do espaço funcional e utilitário com a dimensão afectiva, estética e emocional que transforma a casa em *lugar*, o espaço num “território de significação”, e articula na sua dinâmica a relação entre os seus membros e a tecnologia (Leonardi et al., 2009). Convém mencionar que o oposto de *lugar* não é o espaço físico mas sim o *não-lugar*, que a Estética define como o espaço, no qual o sujeito não se encontra integrado num qualquer projecto histórico, social ou

numa cultura, como são exemplo os *locais de passagem* edificados pelo projecto modernista da sociedade um pouco por toda a parte, em especial nos grandes centro urbanos.

6.2 Abordagens ao design da tecnologia no ambiente doméstico

Evidentemente, espera-se que o membro do ambiente doméstico seja um protagonista na construção activa e colectiva da cultura na casa enquanto *lugar*, e que seja um agente de transformação dos significados da tecnologia integrando-as nas suas práticas e actividades domésticas. A visão determinista, que perspectiva a tecnologia como detendo o papel transformador da cultura e, consequentemente, do ambiente onde é introduzida, opõe-se à orientação actual da *Human-Computer Interaction*, na qual cresce a convicção de que a cultura precede o artefacto técnico, aproximando-se da condição epistémica de *sujeito* que encontramos nas ciências da comunicação. Ackerman (2000) critica a metáfora da *Social-technical gap*, que defende que as pessoas se apropriam e modificam a tecnologia em resultado dessa mesma tecnologia ter sido incorrectamente pensada ou mal concebida desde a sua origem, caso contrário elas não sentiriam necessidade de modificar o seu âmbito nem as suas funcionalidades. Com elegância Dourish ironiza - “ the gap is where all the interesting stuff happens, a natural consequence of human experience”, e conclui que o design é crítico mas, “[...] designs must always be put to work in particular contexts, adopted and adapted by people in the course of practice” (Dourish, 2006, p.546).

A tecnologia não deverá ser avaliada exclusivamente a partir de testes controlados em laboratório porque desenraíza o participante da esfera cultural, social, natural e física que caracteriza o ambiente de interacção original. Este esforço tem-se traduzido nas várias abordagens que introduzem os estudos etnográficos no processo de design da tecnologia.

6.2.1 abordagem etnográfica e a experiência do quotidiano

O principal objectivo dos estudos etnográficos orientados para a Human-Comuter Interaction é o de dar a conhecer a natureza do ambiente doméstico através da observação e descrição das actividades do quotidiano. Partindo de uma abordagem empírica, procura compreender-se como estão os seu membros socialmente organizados e o modo como o uso da tecnologia é incorporada nas suas rotinas. Considerámos vários estudos que comprovam que certas rotinas domésticas são organizadas em torno de tecnologias de informação e comunicação. Um deles, em particular, dá conta de uma mulher que diariamente, quando volta do trabalho, liga a televisão e selecciona o seu “talk-show” preferido enquanto bebe uma chávena de chá antes de se entregar à tarefa rotineira de cozinhar o jantar - “ One of the significant issues here is that everyday routine activities in the home are so closely interwoven with technology. The technology not only fits within routine but may be used as a means of constructing the very routine of home life.” (O'Brien, Rodden, Rouncefield e Hughes, 1999, p.292). No mesmo estudo, a televisão é desligada quando uma família recebe visitas, porque os seus membros consideram esse comportamento como anti-social. No entanto, o rádio ou a reprodução de música na sala é tolerada para o mesmo contexto, sugerindo neste caso, que a relação com a tecnologia evidencia aspectos da organização social do ambiente doméstico.

Dos inúmeros estudos etnográficos que investigaram o uso da tecnologia nas práticas quotidianas domésticas, um deles é particularmente pertinente para o nosso trabalho porque se centra no processo de adaptação da tecnologia.

O estudo em questão (Wakkary e Tanenbaum, 2009) envolveu a observação de quatro famílias norte americanas e, num dos casos, revelou a estratégia o modo com uma participante combinava vários artefactos para usufruir de novas funcionalidades não previstas nas premissas originais do artefacto.

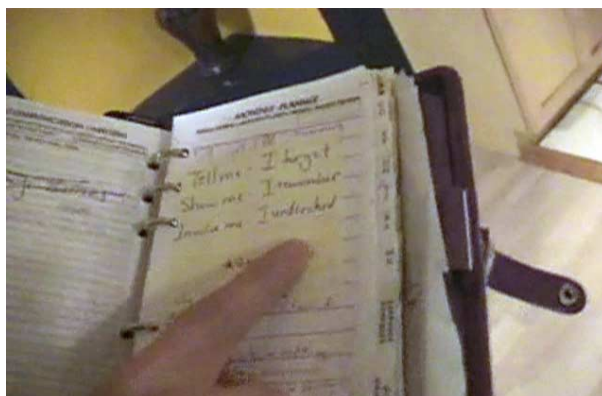


Figura I.28 - Exemplo de apropriação da tecnologia. A participante no estudo em causa reutiliza a sua agenda combinando as suas páginas com post-its (Wakkary e Tanenbaum, 2009).

Num outro projecto, “Opening up the Family Archive” (figura I.29), uma mesa interactiva multi-toque é introduzida no quotidiano doméstico de três famílias e torna possível aos seus membros digitalizar e arquivar objectos de natureza emocional, tanto físicos como digitais (Kirk et al., 2010).

As actividades colaborativas na organização e partilha dos objectos são exploradas pelo estudo em questão, tendo como objectivo genérico procurar compreender se a introdução da tecnologia no ambiente doméstico se apropria de práticas de arquivamento até aí existentes, ou se, em todo o caso, as modificam e de que forma.

O dispositivo foi, do ponto de vista técnico e ergonómico, desenhado com o objectivo de facilitar o uso colaborativo das actividades de digitalização, arquivamento e visualização. Durante o período em que se realizou a experiência, cerca de 30 dias, os membros das três famílias envolveram-se nas actividades previstas pelo sistema. A partir da observação directa e de entrevistas realizadas numa fase posterior, os investigadores deparam-se com cenários que não tinham sido previstos ou esperados.



Figura 1.29 - *Opening up the Family Archive*. A mesa multi-toque para digitalização e arquivamento de objectos físicos e digitais no ambiente doméstico (Kirk et al. 2010).

O aspecto mais interessante foi a quase ausência de colaboração nas actividades de selecção e organização dos objectos digitalizados. Os conteúdos que constituíam o património familiar detinham um valor emocional e cativo, pelo que os membros das famílias optaram por realizar a actividade de catalogação num contexto individual e reservado. O design da tecnologia em causa, consideradas as suas funcionalidades e a sua *interface*, foi concebido precisamente para facilitar e incentivar o uso em regime colaborativo, multi-utilizador e síncrono. No entanto, o estudo concluiu que apenas nos momentos de exibição e apresentação dos dados do arquivo eram feitos em conjunto pelos membros da família.

Fruto da natureza discricionária do uso da tecnologia no ambiente doméstico um outro episódio reforça este argumento; o caso da criança de uma das famílias que utilizava a mesa interactiva em particular, não com o intuito de articular as suas emoções aos objectos e imagens, mas simplesmente para fruir do processo lúdico que resultava da mediação tecnológica.

6.2.2 Os limites da abordagem etnográfica.

A abordagem da etnometodologia nos projectos de investigação orientados para a *HCI* procura descrever os aspectos culturais e sociais que particularizam a experiência empírica quotidiana no ambiente doméstico e que devem ser tidas em conta quando se concebem as tecnologias. Distância-se da *atitude* sociológica que tende a considerar as práticas quotidianas e particulares do ambiente doméstico enquanto fenómenos de reprodução social genéricos e abstractos (Dourish 2006). A sociologia formaliza o ambiente doméstico num conjunto de generalizações, olha os indivíduos como actores sociais e instituições; “In terms of many sociological strategies for generalisation, the fact that people are engaged in a particular kind of activity is only an analytically incidental feature of what they are doing, is only a concrete instantiation of abstract, generic and formal processes, which means that there is little investigative motivation to attend to the practicalities of activities, to attend to the nature of those activities as realisations of the kind of ‘work’ that they are.” (Hughes, O’Brien et al. 2000)

Contudo, temos de considerar os limites e insuficiências da contribuição dos estudos etnográficos (enformadas pelas práticas discursivas da etnometodologia). O seu cariz empírico, a recusa em proceder a generalizações analíticas e sua opção pela particularização do objecto de estudo, sugere uma certa ideia de *neutralidade* que nos parece perigosa. Assumir a condição de observador não elimina o processo de observação (seja ele uma pessoa ou um dispositivo de captura de vídeo), logo os seus resultados serão sempre dotados de uma incómoda subjectividade.

O problema não está na superação do ideal positivista que afirma que o conhecimento pode ser alcançado eliminando a subjectividade do sujeito, esse facto é bem conhecido da etnografia, que aliás se esforça precisamente em tornar visível a totalidade do processo de observação sobre as práticas quotidianas - “Clifford Geertz famously describe culture - the object of anthropological ethnographic inquiry - as «stories that people tell themselves about themselves»,

by the same token, by telling an ethnographic story about Other, the ethnographer also tells a story about ourselves.” (Dourish 2006).

A nossa reserva funda-se na transposição do conhecimento adquirido do ambiente doméstico para o campo da actuação da *Human-Computer Interaction*, quando se introduzem “artificialmente” tecnologias no meio que procuramos estudar.

Ao assumir a conspicuidade do mecanismo subjectivo que resulta da observação participada, a abordagem etnográfica encontra aqui a sua maior força e fraqueza. À primeira vista, aquilo que parece ser uma importante limitação - a tomada de consciência do posicionamento do observador - permite-lhe criar instrumentos conceptuais capazes de relativizar os resultados.

Dourish reuniu um conjunto de preocupações desta natureza, partindo de outros autores que investigam o design de tecnologia no ambiente doméstico e que recorrem aos estudos etnográficos (Dourish 2006). Um argumento poderoso que vale a pena destacar, afirma que a etnografia tem por princípio revelar uma certa lógica subjacente à prática social (com um olhar empírico que recusa a generalização abstracta dessas mesmas práticas), mas também ela acaba por criar visões conceptuais e analíticas sobre a disposição social e cultural do ambiente em causa (Anderson 1994). Assim, a incorporação da contribuição dos estudos etnográficos nas “implicações para o design” das áreas orientadas para a *Human-Computer Interaction* faz-se acompanhar de uma mudança de contexto científico que põe em causa a força de ambos os modelos.

Recusar as vantagens da abordagem etnográfica significa continuar a conceber a tecnologia em laboratórios afastados do ambiente de interacção, das suas práticas quotidianas, da relação com os outros artefactos existentes, das interacções sociais com os restantes membros... Uma forma plausível de relativizar e ultrapassar os problemas identificados consiste em diversificar os métodos de análise no ambiente doméstico.

6.2.3 *Technological Probes* (TP)

A abordagem das TP são muito comum nas disciplinas orientadas para a *Human-Computer Interaction*. No Design de Interação e na Ergonomia cognitiva (aplicada à tecnologia), encontramos etapas de prototipagem no desenvolvimento de projectos, nos quais se introduzem tecnologias que se pretendem avaliar. A instalação de artefactos tecnológicos no ambiente de interação está fortemente associada à abordagem etnográfica. O projecto *Opening up the Family Archive*, ilustrado na figura 1.29 e que tivemos oportunidade de tratar no ponto anterior, é exemplo da aliança entre a abordagem etnográfica e as TP.

O objectivo primário das TP consiste em compreender como se processa o fenómeno de apropriação tecnológica por parte dos utilizadores perante um artefacto que possui funcionalidades distintas ou que propõe um novo modelo de interação. Espera-se, da análise cuidada das TP, a avaliação do uso em contextos de interação reais e, de uma maneira geral, revelar as expectativas que são criadas pelos membros do ambiente em causa. (No caso do ambiente doméstico, designamos a *domesticação da tecnologia* para nos referirmos ao processo de apropriação tecnológica – a tecnologia “construída” em casa).

A apropriação de um novo artefacto tecnológico está dependente de um conjunto de factores que identificámos no início do capítulo. Quando alguém adquire um determinado objecto e leva-o para sua casa, realiza um conjunto de presunções acerca da relação do novo objecto com os restantes factores do ambiente doméstico.

Desde logo, o objecto terá que ser “instalado” ou integrado no espaço da físico, tendo em conta os constrangimentos físicos da sua casa em particular, as propriedades utilitárias do espaço (por exemplo, caso se trate de um electrodoméstico) ou ainda suposições acerca de possíveis conflitos relativos à disposição espacial com outros objectos pré-existentes. Por outro lado, a pessoa tem um ideia muito clara acerca de quais os membros do ambiente doméstico que poderão usar esse objecto (partilha e exercício de propriedade); que os membros a cujo acesso deverá ser interdito, condicionado ou facilitado; se o objecto em

questão poderá ser mostrado a pessoas que visitam a casa, e ainda todos os outros aspectos que pela sua extensão não são possíveis de enumerar (questões relativas ao género, idade, identidade...).

A introdução de um novo objecto no ambiente doméstico, por parte de uma equipa de investigação, com o propósito de o estudar, é uma imposição grosseira e os seus efeitos negativos terão de ser conhecidos. Dos vários estudos que se debruçam sobre os limites da abordagem das TP, um deles merece especial atenção devido ao posicionamento que adopta e que se auto-define como sendo “metodologicamente indiferente” face aos objectivos de investigação do objecto tecnológico em causa (Tolmie e Crabtree, 2008).

A investigação teve como objectivo relatar o processo de instalação de uma TP no ambiente doméstico, com a qual não tinham nenhum envolvimento e, por essa razão, não se sentiam *comprometidos* com os resultados dessa investigação (que decorreu em paralelo). Concluíram que o objecto é um *alien* - causador de ruptura da fina e delicada rede de relações que caracterizam o espaço doméstico. As consequências manifestam-se, desde logo, no momento da tomada de decisão e pelas expectativas que lhes são associadas; “Household members are experts at managing the introduction of new technology in the home – we do it all the time – and research deployments inevitably run up against familiar *expectations* whether they intend to or not.” (Tolmie and Crabtree, 2008, p.639).

Os autores deste estudo recorrem ao enquadramento teórico proposto por Brand (1994) no contexto da história da arquitectura para caracterizar a mobilidade física das TP. As “coisas” (*stuff*), tais como os objectos físicos, a mobília ou os electrodomésticos, integram a categoria de elementos que mais variam ou que são susceptíveis de mudar na casa. A escala, conhecida por *Six S's*, é constituída por seis níveis:

Site; o terreno geográfico (fixo);

Structure; as fundações (muda de 30-300 anos);

Skin; as superfícies exteriores (muda de 20-30 anos);

Space Plan; a disposição interna do espaço (muda de 3 a 30 anos);

Services; estrutura da água, da luz, instalação eléctrica (muda de 3 a 30 anos);

Stuff, objectos físicos, (muda continuamente).

Na verdade, o que está aqui em causa é a questão da percepção do controle que os indivíduos ou famílias sentem sobre a disposição física do ambiente doméstico; os objectos físicos são susceptíveis de mudar continuamente, ao contrário dos outros elementos, como as paredes ou a canalização, que pouco ou nada mudam num curto prazo de tempo.

A introdução e instalação de TP no ambiente doméstico são sentidas pelas pessoas que habitam a casa como uma efectiva perda de controle sobre os aspectos organizativos do espaço. Esse fenómeno conduz, eventualmente, a um cenário de tensão entre a equipa de investigação e os membros do ambiente doméstico (Tolmie and Crabtree, 2008).

O nosso estudo irá testar o modelo de interacção ATA através da introdução da abordagem TP no ambiente doméstico, pelo que estes aspectos merecem toda a nossa atenção. Alguns dos problemas identificados anteriormente podem ser minimizados ou, nalguns aspectos, resolvidos. A natureza do modelo de interacção ATA assenta no conceito de *domesticação* da tecnologia através do princípio da *adaptabilidade*. Se considerarmos a introdução e instalação do aparato tecnológico, o acto em si, como um factor de ruptura e perda de poder sobre o espaço doméstico, o participante recupera-o no momento seguinte; a moldura conceptual do sistema não impõe uma localização espacial fixa nem impõe quais ou que tipo de objecto deverão ser usados, mantendo no utilizador o controlo sobre a mediação.

Através do sistema ATA, o utilizador participa do design da tecnologia podendo decidir quais os objectos físicos (pré-existent no ambiente doméstico) que incorporarão a tecnologia em si. Este facto torna-o em certa medida único; estamos perante um modelo de interacção concebido precisamente para facilitar a construção da tecnologia no ambiente doméstico. Garantir a liberdade na personalização estilística dos objectos é uma medida que ganha força face às críticas que a abordagem das TP, de um modo geral, é objecto; “[...] researchers investigated how people would install sensors in their environments. One finding of their research was that people cared very much about their established aesthetics

of their environments, as this reflects their personalities (for themselves and even more for visitors)”, e conclui que “One lesson to be learned is that people need to participate in the creation/control of technology for the home so as to minimize the risk of building a system that nobody would ever use” (Schmidt, Terrenghi et al. 2007). A questão mais sensível para o nosso projecto prende-se com a questão da manutenção da tecnologia por parte do utilizador e menos com a instalação no espaço físico da casa.

6.2.4 Cultural Probes (CP)

As CP são instrumentos de análise centrados na recolha de dados sobre as implicações culturais nas práticas quotidianas do uso da tecnologia. A partir de entrevistas e na recolha de depoimentos (muitas vezes na forma de diários e outros registos efectuados pelo próprio participante), procura-se compreender como os participantes interpretam subjectivamente um determinado cenário, a relação com um artefacto ou uma experiência pessoal. Trata-se de uma abordagem comum nas áreas do Design de Comunicação, do Design de Interação e do Infodesign. As CP são especialmente indicadas quando o objecto de estudo envolve actividades de longa duração e requerem um importante investimento pessoal da parte do participante.

Podemos subdividir o modo como são conduzidas as CP em várias etapas (Gaffney 2006). Após o recrutamento e selecção, tem lugar uma entrevista prévia com o objectivo de comunicar aos participantes os requisitos e as actividades que deverão ser por eles registadas. Nessa sessão, um *kit* composto por materiais que auxiliam o registo e recolha de informação (diário, câmara fotográfica, gravador de áudio, etc) , é fornecido a cada um dos participantes. Quando termina o período experimental da CP, os materiais são recolhidos e analisados. Por fim, tem lugar uma última sessão que serve para validar, esclarecer e explorar a informação obtida pelos participantes, e só então será documentada toda a informação.

As CP lidam com a incerteza e a subjectividade, razão pela qual a sua contribuição é incorporada na investigação científica com alguma reserva e precaução. No entanto, a sua maior vantagem consiste na riqueza dos depoimentos que doutro modo poderiam escapar ao olhar de outras abordagens empíricas mais analíticas (Gaver, Boucher et al. 2004).

Esta abordagem poderá desempenhar um pequeno papel na nossa investigação e ajudar-nos a indentificar uma tipologia de gestos que os utilizadores empreendem em objectos físicos variados. Conceber uma etiqueta electrónica capaz de reconhecer todos os gestos possíveis na manipulação de um objecto levados a cabo por uma pessoa é, do ponto de vista técnico e algorítmico, uma tarefa excessivamente ambiciosa.

As etiquetas por nós concebidas e produzidas no sistema ATA deverão ter a mínima dimensão possível de modo a poderem ser incorporadas, pelos membros do ambiente doméstico, no maior número de objectos físicos, considerando a variabilidade volumétrica, das formas e dos materiais. Deste modo, confrontaremos um grupo de participantes com objectos físicos pré-determinados (sólidos geométricos) os quais deverão associar determinadas funções lógicas (por exemplo, as funcionalidades de um reproduzidor multimédia) a acções motoras. Esperamos que estas sessões exploratórias possam reduzir a variabilidade de gestos que a manipulação física dos objectos envolve atendendo às suas *affordances* e ao problema de *Mapping*.

Recentemente, assistiu-se ao crescimento do contributo das CP no domínio da HCI e da Computação Ubíqua em aplicações tecnológicas no ambiente doméstico. No estudo “Knocking on Elders' Door”, realizado em Itália durante o ano de 2008, um conjunto de CP foram exploradas junto de um grupo de participantes idosos com o objectivo de investigar uma *geografia* funcional e emocional subjacente ao espaço doméstico (Leonardi, Mennecozzi et al., 2009). A análise dos registos subjectivos permitiu aos investigadores mapear na casa os contextos de uso da tecnologia cruzando a percepção sentida pelos participantes do espaço físico com as várias dimensões; social, emocional, de intimidade e utilitária. Curiosamente, a implementação da CP fez-se acompanhar de um certa

resistência ou reserva inicial por parte do grupo de pessoas envolvidas no estudo ; “the difficulty of obtaining the consent for in-home observations has been noted by several researchers [...] Although ethnographic methods have been successfully employed with older people [...] we encountered strong resistance within our user group to access their homes, especially at the beginning of the study.” (Leonardi, Mennecozzi et al. 2009).

Num outro projecto de investigação, o modelo de interacção de Computação Ubíqua (UbiCom) foi aplicado à informação que é exibida nos visores digitais dos electrodomésticos (Schmidt, Terrenghi et al. 2007). As CP foram combinadas com outras abordagens empíricas e tiveram um papel determinante a dois níveis: serviram de inspiração para a concepção das TP que foram introduzidas numa etapa posterior do estudo e revelaram o posicionamento dos participantes perante vários objectos físicos (se consideravam que a informação relativa a esses objectos recaía numa esfera pública ou numa esfera privada).

6.2.5 Design Patterns

As abordagens que acabámos de caracterizar tentam captar a complexidade do universo que rodeia o ambiente de interacção; através de várias estratégias, sobretudo empíricas, exploram as relações que se estabelecem entre o uso da tecnologia e os diversos factores de ordem social, cultural e física, que inscrevem o sujeito da interacção e contextualizam a singularidade das práticas quotidianas.

Como transportar o conhecimento acumulado nessas estratégias (dos estudos etnográficos, das *technological probes* e das cultural probes) para o campo de investigação da concepção e design da tecnologia?

Design Patterns (DP) consiste, antes de mais, num instrumento analítico que tem por fim formalizar numa linguagem o conhecimento que reunimos acerca do ambiente de interacção, e traduzi-lo num conjunto de soluções para que num momento posterior possa ser partilhado no âmbito de resolução de problemas do design da tecnologia (Crabtree et al., 2002).

A abordagem dos DP tem sido sugerida e aplicada no domínio da arquitectura nos últimos trinta anos (Alexander et al., 1977), e mais recentemente, na *Human-Computer Interaction* - os *padrões* são dispositivos de partilha de conhecimento acerca de soluções de design e as disposições contextuais em que as mesmas soluções são aplicadas (Hughes et al., 2000). As contribuições deste instrumento para o design de tecnologia no ambiente doméstico podem ser subdivididas em duas categorias formais; como técnica *prescritiva* ou como técnica *descritiva*. A primeira, mais vulgar nas áreas do desenvolvimento de software em particular, reduz o conhecimento a um conjunto de relações normativas entre cada problema e as respectivas soluções. A técnica *descritiva*, por sua vez, adequa-se melhor ao desenvolvimento de artefactos interactivos que mantêm uma relação física com o espaço doméstico, e procura construir uma linguagem que codifique os padrões juntamente com o seu contexto, de forma a fornecer um mecanismo para a compreensão das consequências deslocadas das potenciais decisões do design (Hughes et al., 2000).

Estes autores tentaram construir os alicerces de uma linguagem formal que facilite a identificação de problemas relacionados com o design de tecnologia no ambiente doméstico. O seu trabalho incidiu sobretudo na identificação de padrões entre problemas e soluções que resultam da particularidade do espaço físico que caracteriza o ambiente doméstico ou das questões relacionadas com a noção de propriedade e partilha.

O nosso posicionamento face à abordagem dos DP é claro; são uma fonte de informação que pode vir a revelar-se útil face a certos problemas que se coloquem ao design da tecnologia no ambiente doméstico e que já se encontrem identificados por estes estudos. No entanto, a nossa reserva face a este instrumento tem duas motivações. Por um lado, tratando-se o sistema que propomos desenvolver de um modelo de interacção com características muito particulares, não existem ainda estudos de DP aplicados ao universo dos media tangíveis e mais genericamente à Realidade Aumentada. Por outro lado, parece-nos empobrecedor partir de um posicionamento que procura descrever o ambiente doméstico em toda a sua riqueza empírica (abordagem etnográfica),

para num segundo momento reduzir esse mesmo conhecimento pela força de um mecanismo puramente normativo, analítico e de estilo prescritivo.

Não pretendemos com isto afirmar que no decurso da nossa investigação não irá ser produzido conhecimento analítico, aliás, esperamos que a análise do nosso modelo de interacção no ambiente doméstico seja formalizado em conhecimento. O que afirmamos é que preferimos tentar compreender o ambiente doméstico através da óptica da etnografia e do contributo das *probes*, do que a partir de um instrumento que já transformou o objecto de estudo num conjunto de respostas e em soluções que, de um modo geral, são de natureza técnica.

6.3 Propriedades do ambiente doméstico

O ambiente doméstico reúne um conjunto de propriedades que o tornam especialmente adequado ao estudo do nosso modelo de interacção. Como iremos ver em detalhe, as suas características coincidem com as do espaço na maior parte dos factores que julgamos importantes.

6.3.1 Disposição física e controlo

A tecnologia que pretendemos desenvolver é incorporada nos objectos físicos do quotidiano, e o que procuramos saber, na medida do possível, são as categorias de objectos que os vários utilizadores elegeram, a personalização de funcionalidades relativas ao mundo digital e, de uma maneira geral, de que forma uso da tecnologia se relaciona com as disposições físico do espaço. Nos ambientes de interacção, tal como o mundo do trabalho (o trabalho colaborativo) ou os espaços públicos com mediação tecnológica (os museus, as escolas...) as pessoas não detêm um controle sobre as disposições espaciais como no caso das suas casas (Humble et al., 2003). Noutros, as disposições físicas do espaço podem nem sequer estar presentes ou terem pouca influência no uso da

tecnologia, como são o caso do Ensino à Distância e de todos aqueles ambientes de interação que se desenrolam no ciberespaço e abstraem o utilizador do mundo físico que o rodeia.

A noção de que os membros do ambiente doméstico detêm um poder sobre os objectos que integram a casa, exercendo-o continuamente sobre a disposição física do espaço, havia sido demonstrado pelo estudo por nós referido no âmbito da abordagem das TP; “ the capacity of inhabitants to have control over such decisions [disposição dos objectos] is one of the defining characteristics of Stuff [...]”.(Tolmie et al., 2008)

Há que considerar que a esfera física do espaço não é neutra, o exercício do poder sobre esta não é um processo linear. De facto, a esfera física encontra-se subordinada e condicionada pela organização social do ambiente doméstico, o *lugar* onde são negociadas e delegadas com os vários membros as noções de propriedade e de partilha. Por esse motivo, e como refere o mesmo estudo, quando uma equipa de investigação introduz numa casa um artefacto “the householders will happily accommodate the presence of the tecnologia in the context of 'test' or a 'trial', but they do not understand the technology in such circumstances *to be their own*” (Tolmie et al., 2008, p.643).

O controlo sobre o artefacto que pretendemos introduzir na casa dos participantes tem que ser garantido na esfera social do ambiente doméstico. A propriedade do sistema ATA terá de ser cedida após o período em que decorre a experiência. Tratando-se de uma tecnologia que não impõe um contexto específico de uso, devido ao princípio da adaptabilidade que lhe está subjacente, o sentimento de propriedade é aqui facilitado na medida em que a aplicação da tecnologia incide sobre objectos existentes e cuja a propriedade já se encontra legitimada.

No entanto, no ambiente doméstico em especial, a relação entre o espaço físico e o uso da tecnologia é vital. As actividades quotidianas são organizadas em função do significado que o espaço adquire para os membros da casa e a tecnologia desempenha um papel de relevo na construção desse significado, permitindo que a rotina diária cresça em torno delas; “ The domestic environment

and the technology within these environments became resources used to coordinate the home” (Hughes et al., 2000, p.30).

A percepção de controle e propriedade sobre a organização física do espaço manifesta-se na forma paulatina como a tecnologia é introduzida no ambiente doméstico, quando comparado com outros ambientes, tais como o mundo do trabalho de escritório (Humble et al., 2003). Do ponto de vista do design da tecnologia, este facto dificulta a *comunicação* entre os diversos dispositivos. A natureza evolutiva da tecnologia, no ambiente doméstico, dificulta o processo de concepção de sistemas que integram, do ponto de vista puramente técnico, as várias funcionalidades e contextos de interacção. As dinâmicas sociais e culturais da casa, a partilha e a noção de propriedade distribuída e em permanente negociação por parte dos vários membros, fazem como que o processo seja accidental e contingente, “[...] homes will not be custom designed from the start to accommodate and integrate these technologies. We call this phenomenon the "accidentally" smart home - a home that contains an accretion of technological components embedded in an environment that has not benefited from a holistic, ground-up approach to design and integration.” (Edwards et al., 2001, p.257)

A lógica da introdução tecnológica no ambiente doméstico, sem um sentido aparente (do ponto de vista do design da tecnologia), assume-se como um facto especialmente interessante, porque o modelo de interacção que propomos, não pretendendo agregar um vasto conjunto de serviço, tira proveito deste carácter accidental. Noutros ambientes, o processo de introdução tecnológica já se encontra enquadrado ou subordinado a uma lógica *externa* face à motivação individual e cultural dos membros que a utilizam, o nosso modelo de interacção iria sofrer uma forte resistência.

6.3.2 Ambiente de interacção discricionário

O ambiente doméstico tem sido comparado com o Ambiente de Trabalho

Colaborativo Mediado Tecnologicamente ou CSCW⁶¹ no âmbito da *Human-Computer Interaction*. Em linhas gerais, é enfatizada a necessidade do contributo das ciências humanas para a compreensão do uso da tecnologia no ambiente doméstico, dado que os aspectos relacionados com o comportamento humano desempenham aqui um papel muito mais importante do que noutros ambientes de interacção. As disciplinas orientadas para o design da tecnologia abordam o mundo do trabalho pela perspectiva da oferta de soluções tecnológicas centradas na resolução de problemas específicos; “[...] for an airline reservation operator, computer use is mandatory, For someone booking a flight, use is discretionary.” (Grudin, 2005, p.48)

Para este investigador da Microsoft, o fenómeno está intimamente ligado à profusão do computador pessoal, durante a década de 1980, que introduziu no ambiente doméstico uma tecnologia que não se destinava a um contexto de interacção específico ou à resolução de problemas particulares, ao contrário do que é típico nas aplicações informáticas para o mundo do trabalho. O seu impacto na Human-Computer Interaction é descrito como uma mudança de paradigma de *human factors* para *human actors*. (Grudin, 2005)

O ambiente doméstico é, na sua essência, um ambiente de interacção polivalente quanto aos objectivos e discricionário quanto ao uso da tecnologia. Contrariamente, o mundo do trabalho, e em especial a CSCW, é um ambiente funcional, na qual, a esfera utilitária pesa mais na contextualização da tecnologia do que os aspectos decorrente das práticas sociais e culturais quotidianas. No mundo do trabalho, as pessoas encaram a tecnologia como uma ferramenta para comunicar ou um meio para produzir bens, e não obstante tratarem-se de bens imateriais, recorrem a ferramentas utilitárias e especializadas.

Nestes casos o uso da tecnologia está sujeito aos argumentos da produtividade (Schmidt et al., 2007) e da métricas decorrentes dos princípios da usabilidade, tais como a eficiência, a eficácia ou a segurança - a mediação tecnológica é motivada por factores que, em muitos casos, estão para além da vontade do sujeito, não estão relacionados com o livre-arbítrio ou com a contingência que advém da

⁶¹ Do Inglês *Computer Suported Cooperative Work*.

complexidade humana.

O nosso estudo procura compreender o processo de mediação tecnológica que resulta de um modelo de interacção em que o seu propósito é exclusivamente definido pelo utilizador. Temos a convicção que, no ambiente doméstico, as escolhas empreendidas pelos participantes, ao se manifestarem na personalização dos objectos físicos, nas actividades quotidianas associadas ao seu uso e nos conteúdos digitais a eles associados, expõem com maior clareza a natureza do modelo de interacção tangível e adaptável, facilitando a sua avaliação. Queremos, igualmente, compreender qual o papel que as relações afectivas com determinados objectos podem desempenhar, quando são dados às pessoas os meios técnicos e os recursos materiais num ambiente em que se sintam confortáveis para o fazer; “ work-oriented environments – based on productivity and efficiency attainment – and domestic one, where emotions, affects, pleasure, and aesthetics play a major role.” (Leonardi et al., 2009, p.1704)

6.4 Proposta de trabalho

Após uma reflexão sobre os objectivos, as dificuldades e as vantagens subjacentes às principais abordagens metodológicas ao estudo do desenvolvimento e uso de tecnologia no ambiente de interação, passaremos agora a uma descrição detalhada da implantação do estudo empírico.

Decidimos, dada a complexidade inerente à implantação de um estudo empírico com as características do nosso, diversificar as técnicas de investigação e organizar o trabalho em quatro etapas. O quadro 1 resume, de forma esquemática, estas etapas.

Quadro 1: Etapas do estudo empírico

	Desenvolvimento do sistema ATA	Planificação do trabalho de campo	Testes no ambiente doméstico	Avaliação
	1	2	3	4
objectivos	<p>i Desenvolver o design funcional e técnico do sistema ATA.</p> <p>ii planificar o processo de implementação um produto final funcional e robusto.</p> <p>iii Investigar uma solução para o problema de Mapping e representação do gesto.</p>	<p>i Seleccionar os candidatos para o estudo empírico</p> <p>ii Caracterizar o ambiente doméstico dos candidatos</p> <p>iii Ensaiar os procedimentos que irão ser implementados durante fase 3</p> <p>iv validar aspectos do design funcional em função dos interesses dos os cadidatos.</p>	<p>i Familiarizar os participantes com o sistema ATA</p> <p>ii Introduzir o sistema ATA no ambiente doméstico</p> <p>iii recolher informação qualitativa e quantitativa do processo de adaptação</p>	<p>i Enquadrar os dados da experiência empírica com as questões de investigação</p> <p>ii Discutir a validade do modelo conceptual ATA para os casos em estudo.</p>
tarefas	<p>i Análise de requisitos e tecnologias</p> <p>ii Implementação e teste de protótipos</p>	<p>i Modelo de entrevista e questionário.</p> <p>ii Experiência piloto. Validar o questionário e os procedimentos da fase 3.</p>	<p>i Sessão de apresentação e formação da tecnologia ATA</p> <p>ii Instalar e garantir a logística do sistema.</p> <p>iii Monitorizar e acompanhar as experiência</p> <p>iii Entrevista, descrição e registo do processo de adaptação</p>	<p>i Tratamento de dados</p> <p>ii aplicação do Quadro de análise.</p>
Instrumentos	<p>i Prototipagem</p> <p>ii Testes em ambiente controlado</p> <p>iii Cultural Probe</p>	<p>i Entrevista</p> <p>ii Questionário</p>	<p>i Technological probe</p> <p>ii Sessões formação</p> <p>iii Entrevista</p> <p>iv Datalog</p>	<p>i Quadro de análise</p>

6.4.1 Desenvolvimento do sistema ATA

A primeira fase de desenvolvimento do projecto é dedicada à especificação do design do sistema. Durante o design funcional serão elencadas as funcionalidades que irão integrar o sistema, e será também definido o seu modelo conceptual de funcionamento, adoptando uma abordagem centrada no utilizador

Após a definição do modo de funcionamento, das funcionalidades e da aparência visual do sistema, entramos na etapa da análise de requisitos técnicos e de investigação das principais soluções tecnológicas que permitirão pôr em funcionamento o sistema. Este aspecto assume maior relevância para o caso em particular do subsistema da etiqueta electrónica, para o qual é necessário investigar soluções tecnológicas, ao nível da computação física, que permitirão reconhecer o movimento e gesto. Caso não estejam disponíveis soluções de hardware que possam ser adequadas à particularidade do nosso projecto, teremos de considerar a possibilidade de desenvolver e implementar, na presente tese, uma tecnologia original e proprietária. Na fase do design técnico é desenhada a arquitectura do sistema, um documento que permite ter uma visão esquemática dos módulos que compõem o sistema e das relações que estabelecem entre si.

Ao longo da etapa do design técnico e funcional, serão desenvolvidos protótipos (de baixa e alta fidelidade) que permitirão explorar tecnologias alternativas, ou realizar testes de robustez a alguns dos módulos, com utilizadores em laboratório, e num ambiente controlado. Prevê-se que em resultado dos testes a estes protótipos surja a necessidade de redefinir aspectos do design de funcional e técnico do sistema. Trata-se de um processo iterativo previsto na abordagem metodológica do Design Centrado no Utilizador (Preece, Sharp e Roger, 2002).

Cultural Probe

O sistema ATA subdivide-se em 3 subsistemas: a etiqueta electrónica, o servidor e o *backoffice*. A sua concepção e design apresenta inúmeros desafios, muitos deles transversais aos três subsistemas e cruzam aspectos de ordem técnica e ao nível do design de interacção. O design da funcionalidade relacionada com o manuseamento dos objectos é disso um bom exemplo. O sistema não deverá ser capaz de reconhecer apenas os movimentos físicos do objecto, como também deverá conseguir traduzir estes movimentos em gestos, de forma a poderem ser apresentados no *backoffice* de personalização (e processados internamente pelo sistema) como unidades simbólicas.

Enquanto que o movimento é uma acção física de baixo-nível, o gesto, por sua vez, é uma entidade de alto-nível, portanto, mais simbólica, mais próxima do mundo cognitivo do que da realidade física. O gesto não é uma entidade objectiva e, desde logo, é imperioso identificar quais é que o sistema deverá considerar. Vários aspectos entram em jogo e são determinantes para o processo de identificação e selecção dos gestos. Factores de ordem técnica, como a escolha da tecnologia de sensoramento, condicionam os parâmetros físicos associados ao reconhecimento do movimento. A velocidade, os graus de liberdade espaciais disponíveis e a latência são exemplos de parâmetros que variam de tecnologia para tecnologia e efectam, de forma dramática, a descrição do movimento e, consequentemente, aquilo que pode vir a ser, ou não, considerado como um gesto.

Por outro lado, os critérios para a definição dos gestos são (ou deveriam ser) ao nível do design de interacção, independentes e autónomos das questões de ordem tecnológica, ainda que esta última seja afectada profundamente por estes critérios. A importância de um gesto em particular varia de pessoa para pessoa. Um determinado gesto pode ser considerado fundamental para uma pessoa, mas para outra pode não ser importante. Quais os gestos que deverão ser incluídos na interface de personalização dos artefactos ?

Não só os gestos variam de utilizador para utilizador, como também variam

perante o contexto e o próprio objecto em questão. A mesma pessoa poderá, diante de artefactos e funcionalidades digitais distintas, sentir a necessidade ter à sua disposição uma tipologia diversificada de gestos. Personalizar um objecto com o objectivo de o converter numa interface tangível para controlar as funções digitais de um reprodutor de música player não evoca, necessariamente, o mesmo tipo de gestos que, por exemplo, a personalização de um objecto para funcionar como notificador de email.

Ainda temos de considerar os problemas resultantes da possível sobreposição dos gestos incorporados pelo utilizador para controlar as funções digitais entrarem em conflito com o gestos associados ao uso “natural” do objecto físico. Pelas razões apontadas, é necessário planificar uma Cultural Probe (CP), baseada num protótipo de baixa fidelidade, e realizar num ambiente controlado testes com utilizadores. O objectivo da CP é confrontar um grupo de pessoas com um desafio de personalização de um objecto previamente definido, e revelar se existe uma tendência para uma determinada tipologia de gestos.

A CP deverá ser avaliada antes de se dar início à investigação das soluções ao nível da tecnológica do subistema da etiqueta electrónica, a qual, entre outras funções, é responsável pelo reconhecimento gestual. Espera-se que o resultados deste estudo preliminar venham a limitar a variabilidade dos gestos possíveis, facilitando o seu mapeamento e representabilidade na interface gráfica do subsistema *backoffice* – o módulo que permite ao utilizador personalizar os artefactos.

6.4.2 Planificação do trabalho de campo

A planificação de um estudo empírico, que envolve testes com utilizadores no ambiente de interação, é uma tarefa complexa e que convoca várias técnicas de investigação. Antes de introduzir a tecnologia ATA no ambiente doméstico de cada um dos participantes, é necessário seleccionar, caracterizar o participante e descrever o seu ambiente doméstico, agendar um conjunto de sessões de

formação com o objectivo de o familiarizar com a tecnologia, instalar a tecnologia e, só então, se iniciará a experiência. No decorrer de cada experiência, as actividades do participante, através do sistema, são acompanhadas e monitorizadas remotamente. No final, é agenda uma sessão para desinstalar a tecnologia ATA e documentar o uso do sistema.

Um conjunto de questões têm agora que ser respondidas: qual a dimensão do campo de estudo? Em quantas casas vai ser introduzida a tecnologia ATA? Quais os critérios para a selecção dos participantes? Qual a duração de cada experiência?

Métodos de observação

Apresentemos uma breve reflexão sobre o modo que se prevê como se irá observar cada experiência, uma vez que o posicionamento metodológico irá ter influência na resposta a estas questões.

O método central da abordagem etnográfica é a interpretação das actividades humanas admitindo que as unidades culturais não podem ser reproduzidas em laboratório. A etnografia abandona a condição da ciência (social) se basear na construção de hipóteses, que impõem um pensamento pré-determinado sobre o fenómeno em estudo. A etnografia recusa também a condição de predictibilidade da ciência, uma vez que encara os fenómenos sociais e culturais como irrepetíveis (Boellstorff, Nardi, Pearce e Taylor, 2012, p.33-36). Assim, a abordagem etnográfica procura, através da observação e da interpretação, obter um sentido da complexa relação humana com o ambiente, no qual interage. Separar os utilizadores do seu ambiente torna o fenómeno cultural impossível de interpretar.

Não se tratando de uma *autobiografia*, a etnografia, contudo, exige um grau de interação e a presença do investigador no ambiente que se pretende estudar. A observação participada, ainda que se argumente em contrário, como o faz Malinowski (Malinoswsky, 1944, citado em Beollstorff et al., 2012, p.44), é um elemento externo e perturbador do ambiente de interação.

No nosso estudo, o ambiente de interação em questão é a própria casa dos participantes: estamos, pois, na presença de um lugar sensível, onde é expectável existirem fortes laços de intimidade entre os seus membros. Aqui encontramos um limite na adopção da abordagem etnográfica. A presença do investigador no ambiente doméstico não é necessariamente vantajosa para o nosso estudo, em virtude de perturbar o ambiente de interação ao ponto de não ser possível estudá-lo.

Os etnógrafos utilizam argumentos de variada ordem para sustentar a participação e a interação do investigador no ambiente de estudo. Perante a crítica óbvia da falta de objectividade, em virtude de se interferir no objecto de estudo e da “interpretação” poder recair na pura subjectividade ou num relativismo, a etnografia começa por objectar a ideia de que objecto de estudo do mundo cultural se trata de um mundo fechado. No fundo, é a ideia que os membros que participam no quotidiano integram culturalmente os elementos externos, e reportam que, após alguns meses, os elementos de uma cultura deixam de ver o investigador como um elemento externo e perturbador (Beollstorff et al., 2012, p.44). O investigador torna-se familiar e invisível.

Do ponto de vista teórico, a abordagem etnográfica suscita-nos, neste ponto, algumas dúvidas. Todavia, a reserva face à adopção em toda a sua plenitude da observação participada, que no nosso estudo implicaria o investigador ter de “viver” a experiência do quotidiano na primeira pessoa, tem uma explicação de ordem prática. Os argumentos apresentados referem-se a estudos etnográficos que são conduzidos em culturas distintas da do investigador, que decorrem em longos períodos de tempo, e em comunidades cuja escala é consideravelmente maior do que aquela que, tipicamente, podemos encontrar numa casa do nosso país. Deste modo, o impacto da presença do investigador num micro-ambiente, e tendo em consideração que o nosso estudo decorre num período de tempo relativamente curto, retira força aos argumentos apresentados pela abordagem etnográfica.

A observação participada não tem, necessariamente, que ser plena. Como explica Schensul (2012, p.101), existem momentos em que é adequado observar

e noutros não, e cada estudo etnográfico pressupõe diferentes graus de observação. A observação participada deve ser entendida de um modo abrangente. De facto, considerando as etapas e os procedimentos necessários à realização de cada experiência, esquematizados no quadro 2, constatamos que estão previstos vários momentos em que o investigador tem oportunidade de observar actividades, relacionadas com a tecnologia ATA, realizadas pelos participantes directamente no seu ambiente doméstico. Seja nas sessões de formação, em que o investigador discute algumas ideias preliminares sobre cenários específicos de adaptabilidade, seja nas entrevistas que antecedem e sucedem o períodos da experiência. Durante estas entrevistas são observados e documentados aspectos particulares do ambiente doméstico. Também durante o período das experiências estão previstos momentos de acompanhamento e monitorização das actividades relacionadas com o uso do sistema ATA.

A caracterização do campo de estudo

Ao contrário dos testes realizados num ambiente controlado, a abordagem etnográfica (e também a etnometodológica) procuram compreender o modo como uma tecnologia é usada, mantendo intacta, na medida do possível, a sua relação com o contexto de interacção. Genericamente, o processo de implementação de testes em laboratório é mais flexível, permitindo testar um universo de utilizadores muito mais alargado do que no caso dos testes integrados no ambiente de interacção, os quais exigem um grande número de procedimentos.

De acordo com Preece et al. (2002), não existe unanimidade quanto ao número exacto de utilizadores que devem integrar um teste “convencional” de usabilidade em laboratório. Esse número depende de vários factores, como por exemplo o tipo de tecnologia em questão, sendo que um grupo de 5 a 12 utilizadores é considerado normal (p.441). Nos estudos etnográficos relacionados com o teste de tecnologia no ambiente doméstico, que tivemos oportunidade de referir ao longo deste capítulo, constatámos que não existe um conjunto de critérios comum

e que o número de participantes reportados varia: em Leonardt (2009) 19, Kirk (2010) 3, Tolmie (2008) 1, Forlizzin (2006) 15, Blythe (2002) 3, Taylor (2005) 8, e Wakkary e Tanenbaum (2009) 4.

Apresentamos, no quadro 2, um plano com as várias etapas, a logística e os procedimentos que a introdução da tecnologia ATA no ambiente doméstico em cada um dos participantes exige.

Quadro 2: Duração dos procedimentos de um teste no ambiente doméstico

etapa	1 semana		1 semana	2 semanas		1 semana
	Apresentação do projecto e calendarização.	Descrição do ambiente doméstico Caracterização do participante	Sessão de formação tecnologia ATA	Experiência		Documentação e registo dos dados
tarefas	Entrevista exploratória	Questionário	Visita ao local	Instalação da tecnologia	Monitorização e acompanhamento	Entrevista
	Encontro informal	Entrevista				Desinstalação da tecnologia

O tempo previsto para a realização da fase de testes e respectiva documentação dos resultados, tendo em consideração o enquadramento temporal da presente tese, são 6 meses. Os procedimentos ao longo das várias etapas que têm de ser respeitados para cada um dos participante prevê-se que durem cerca de 5 semanas. Caso não ocorram situações inesperadas, esta janela temporal permite-nos realizar 5 testes, sendo que um deles é um teste piloto com menor duração.

O número reduzido de participantes não é apenas uma consequência das condições logísticas e práticas que a implementação de estudos etnográficos no terreno tipicamente exige. Os estudos com significado estatístico, que representam a generalidade de uma população através de uma amostra, envolvem uma escala de participantes consideravelmente maior quando comparados com os estudos etnográficos, geralmente na ordem das centenas ou dos milhares de inquiridos. Nestes casos, as técnicas de investigação exploratórias, que se focam na características singulares do ambiente de cada

indivíduo, não só são impossíveis de pôr prática como não são adequadas.

A vantagem de certos instrumentos, como é exemplo o inquérito, reside na sua capacidade de sustentar teorias e de permitir a generalização dos fenómenos empíricos numa região ou numa cultura a uma escala global. A abordagem etnográfica, por sua vez, produz um conhecimento que é válido apenas para os ambientes estudados, ou na expressão de Schensul et al. (2012), a etnografia constrói uma teoria “local” dos fenómenos.

Tendo em consideração o carácter exploratório do nosso estudo empírico, e o facto dele recair sobre 4 lares apenas, a escolha dos candidatos procurará diversificar, na medida do possível, os ambientes domésticos. Os critérios atenderão às características do participante e às propriedades do ambiente doméstico. Ao nível do participante, procurar-se-á diversificar o nível de competências do uso de tecnologias e aspectos como a idade ou genérico. O processo de selecção dos participantes tentará diversificar o agregado e a dimensão física da casa.

6.4.3 Técnicas de recolha de informação

A entrevista e o questionário

A entrevista é um poderoso instrumento de recolha de dados, e quando o número de entrevistados não é muito extenso, permite um nível de profundidade e selectividade da informação que não está ao alcance de outras técnicas. No design de interação, a entrevista e o questionário têm sido usados, quer na fase do design do artefacto para obtenção de informação sobre as necessidades dos utilizadores, quer na avaliação do uso. O questionário, considerando o panorama geral de técnicas disponíveis do design de interação (Preece et al., 2002, p.214), é mais adequado à situação quando se pretende chegar a um número elevado de indivíduos, exigindo um nível reduzido de recursos e logística, quando comparado

com, por exemplo, a entrevista. Contudo, a entrevista e o questionário partilham características semelhantes, e se combinadas com a técnica de “observação naturalista”, pelo seu poder descritivo, constituem um meio adequado para a caracterização do ambiente doméstico (p.390).

A entrevista pode ser estruturada, semi-estruturada ou mista, não-estruturada ou aberta, e ainda entrevista de grupo. Como os próprios nomes sugerem, as entrevistas estruturadas e não estruturadas, são classificadas pelo grau de padronização da sua estrutura, ou seja, pelo nível prévio da redação das questões. Um dos aspectos mais interessantes desta técnica de recolha de dados é o facto de, perante questões abertas, o participante poder exprimir-se através da sua linguagem. Como se trata de uma conversa informal, a entrevista tem um carácter exploratório e o investigador tem controle sobre o curso da conversa, levando o participante a esclarecer um determinado assunto ou levá-lo a aprofundar um tema que surja inesperadamente (Beollstorff et al., 2012, p.96). O formato das questões na entrevista não-estruturada é aberto, ou seja, não são apresentadas soluções múltiplas ou escalas quantificadas que, de acordo com Schensul (2012, p.135), condicionariam, à partida, a resposta do participante. Naturalmente a abordagem etnográfica dá bastante relevo a este formato de entrevista.

A entrevista desempenha um duplo papel na metodologia etnográfica. Para os etnógrafos, os membros de uma cultura produzem um discurso incompleto, ou distorcido, acerca de si próprios, e sobre o valor ou significado de suas actividades na vida quotidiana. A entrevista surge como um mecanismo de validação, ou de comparação, entre o que as pessoas dizem que fazem e o que na realidade fazem. Por outro lado, a entrevista tem também como função complementar o principal método da abordagem etnográfica, a observação participada, fornecendo um tipo de informação mais pessoal e introspectiva sobre uma esfera mais íntima do participante. Ao contrário da observação participada, em que estão presentes no terreno simultaneamente várias pessoas, durante a realização da entrevista o entrevistador fica a sós com o entrevistado, sem a

“pressão” resultante da presença de outros membros, oferecendo-lhe a oportunidade de aprofundar certos temas e assuntos. Beollstorff et al. (2012), designa este duplo papel ou processo como “developing trust and rapport” (p.94).

A estreita dependência das técnicas de investigação com a observação participada é uma característica central na etnografia. Esta ideia é também visível em Schensul et al.(2012, p.137), que nos explica a importância da entrevista em fornecer ao investigador uma visão preliminar do campo de estudo, que irá ser, num momento posterior, objecto da observação participada. Os objectivos da entrevista aberta, no contexto da abordagem etnográfica, é sintetizada deste modo (p.136):

- i) explorar domínios culturais desconhecidos
- ii) identificar novos domínios culturais
- III) recolher informação prévia que possa orientar o investigador para o contexto e história do lugar em que incide o estudo
- iv) recolher nova informação acerca do lugar.
- v) estabelecer laços e uma relação de entendimento entre o entrevistador e o entrevistado.

Os objectivos que estabelecemos no nosso estudo para a entrevista não são exactamente os mesmos que a etnografia estabelece. Apesar de adoptarmos algumas técnicas e métodos da abordagem etnográfica, o nosso estudo não se pode considerar, em rigor, um estudo etnográfico puro. A etnografia tem como ambição “escrever a cultura” de um lugar. O campo de estudo da presente tese, dada a sua reduzida dimensão e ausência de fronteiras claras, não representa uma comunidade cultural. O seu objectivo, recordando o que foi referido no capítulo 5, é estudar o processo de adaptabilidade dos media tangíveis e produzir conhecimento no âmbito da HCI e do design de interação. Para tal, socorremo-nos de técnicas de investigação disponíveis na abordagem etnográfica, sobretudo pela necessidade em estudar o uso da tecnologia ATA e o processo de adaptabilidade directamente no contexto de interação.

No decorrer do estudo empírico, a entrevista será adoptada em dois momentos distintos; uma primeira no momento de preparação das experiências, e no final no momento da sua conclusão.

A etapa de planificação do trabalho de campo (considere-se a figura I.2), tem início com a descrição do ambiente doméstico, a caracterização dos hábitos e do relacionamento do participante com as várias tecnologias da comunicação e informação presentes na casa. Este processo combina 3 técnicas de recolha de dados que serão articuladas numa única sessão – A entrevista, o questionário e a observação naturalista.

Uma vez que a dimensão do campo é reduzido, e estão previstas cerca de 4 experiências, é possível tirar partido de todo o potencial da entrevista.

A entrevista será semi-estruturada, isto é, parte de uma base composta por questões pré-determinadas, na forma de um questionário (apêndice 2) e conclui com questões abertas. A entrevista é realizada na casa do participante, facilitando a produção de notas descritivas, por parte do investigador, relativas ao campo de estudo. O questionário funciona como o guião da entrevista, e é preenchido em colaboração com o entrevistador, permitindo quantificar alguns indicadores e, sempre que necessário, complementar com outras notas e informação qualitativa.

O uso de uma escala métrica, para certas respostas, garante alguma objectividade, sobretudo quando se trata de ajuizar indicadores, como por exemplo a frequência, que não são conceitos absolutos. Deste modo, em vez de questionar qual a frequência com que o participante usa determinada tecnologia, ou desempenha determinada actividade, recorreremos a uma escala que exige da parte do participante a sua quantificação. De outro modo, a formulação da questão poderia conduzir a uma resposta vaga e subjectiva. Para alguns participantes “uma vez por semana” poderia ser percebido como “muito frequente” e para outros “pouco frequente”. No Apêndice 2 é também apresentado o guião do questionário com uma descrição pormenorizada dos objectivos para cada questão. Durante a entrevista o investigador produz notas pessoais e produz um registo fotográfico da ambiente doméstico. As notas serão importantes no futuro para ajudar a contextualizar certas respostas, e as imagens

complementarão a planta da casa, esquematizada pelo participante no final da entrevista, fornecendo uma visão concreta do espaço físico. Espera-se que, esta última, se revele útil quando tiver início a etapa de avaliação da experiência e for necessário identificar, fisicamente, na casa as actividades reportadas pelo participante.

Já com o processo de avaliação em vista, é agendada uma nova sessão no final da experiência que, segundo o plano terá a duração prevista de 16 dias, com o objectivo de recolher o máximo de informação qualitativa. Durante essa sessão, o investigador irá observar e registar fotograficamente os artefactos produzidos, ou convertidos pela tecnologia ATA. Uma entrevista do tipo aberto, semi-estruturada, de carácter exploratório, irá abordar, sob a forma de questões iniciais, os seguintes temas:

Como decorreu o processo de adaptação?

Quantos artefactos foram objecto de adaptação?

Como descreve o modo de funcionamento do artefacto (modelo mental) ?

Quais as diferenças entre o modo previsto para o funcionamento do artefacto e o uso efectivamente dado?

Quem participou no design?

Quem usou o artefacto?

Quais as actividades do quotidiano relacionadas com o seu uso?

Em que locais da casa o artefacto foi usado ?

A informação de natureza qualitativa que se espera vir a obter será cruzada, ou triangulada, com outros instrumentos de observação.

Data logging

Data logging, ou registo de dados traduzido literalmente para o português, é um dispositivo electrónico ou uma funcionalidade do software que regista automaticamente dados ao longo do tempo. O ficheiro resultante chama-se *log*

file.

A tecnologia ATA irá registar toda a actividade do utilizador com o sistema, quer ao nível do processo de adaptação e design, quer ao nível do uso. Assim, as actividades relacionadas com o design do artefacto, como a associação dos gestos ao artefacto ou a personalização das funcionalidades digitais, realizadas pelo utilizador ficarão registadas num arquivo digital (*log file*) juntamente com o respectivo *timestamp* (ou assinatura temporal) em que ocorreu. Através das etiquetas electrónicas, o sistema irá também registar no arquivo digital, e para futura consulta, todas as acções motoras ou gestos efectuados sobre os artefactos pelos membros do ambiente doméstico, no decorrer da experiência.

A técnica de *data logging*, há muito conhecida pela HCI devido aos testes usabilidade, tem características únicas que a tornam muito atractiva para registar os eventos realizados pelo utilizador numa interface, ou num sistema (Holzinger, 2005, p.4; Guzdial, Santos, Badre, Hudson e Gray, 1994). Em primeiro lugar, trata-se de uma técnica fácil de implementar em termos de recursos e logística e, como os dados são produzidos pelo sistema de forma totalmente autónoma e automática, é especialmente indicada para os cenários em que o número de testes é elevado.

Outra particularidade desta técnica reside no facto do processo de recolha de dados ser totalmente discreta, tornando-se invisível para o utilizador. O principal problema associado a este método reside na dificuldade em analisar o grande volume de dados que geralmente produz, pelo que deverão ser consideradas técnicas de visualização de dados (Guzdial et al., 1994). Estas últimas implicam, não apenas o mapeamento e representação gráfica dos dados, como também mecanismos de filtragem.

No contexto do nosso estudo, o *data logging* é particularmente útil. Pelas razões já apontadas no ponto anterior, durante o período em que decorre na casa do participante a experiência com o sistema ATA, o investigador não está presente. Os dados recolhidos automaticamente pelo sistema ATA, pelo seu carácter directo e indexical relativamente ao lugar onde decorre o processo de adaptação, constituem uma fonte de informação objectiva e quantitativa que

complementará, através de mecanismos de triangulação, a informação que se obtém da sessão final, por via da entrevista. A triangulação de dados é um método usado pelas ciências sociais, e pela etnografia em particular, para integrar a análise de dados provenientes de diferentes fontes de forma a reforçar uma e outra (Schensul et al., 2012, p.276). Para garantir uma integração consistente, terão de ser identificadas as variáveis e os factores nas várias fontes.

A informação relativa às interações que os membros do ambiente doméstico efectuam com os artefactos, guardadas no arquivo digital, por si só tem um valor limitado, porque é desprovida do contexto. Todavia, quando enquadrada na descrição produzida pelo participante, ela revela-se crucial, pois torna-se capaz de quantificar certos aspectos qualitativos da experiência, e ao mesmo tempo, validar o testemunho do entrevistado.

6.4.4 Experiência piloto

Após o desenvolvimento da versão beta do sistema ATA, quando a maior parte das suas funcionalidades estiverem concluídas e em funcionamento, é realizado um teste piloto. Este último tentará simular ao mínimo detalhe uma experiência final, implementando no terreno todos e cada um dos procedimentos metodológicos necessários à realização do trabalho de campo. A experiência piloto é, em todos os aspectos, igual a uma experiência final, excepto no facto de os dados produzidos não serem analisados e avaliados no final. O objectivo genérico do teste piloto consiste em ensaiar todo o processo relativo ao trabalho de campo, procurando falhas e erros num momento prévio, em que ainda é possível proceder à sua rectificação ou correcção.

Os objectivos do teste piloto pode ser assim esquematizados:

- validar o questionário que serve de base à entrevista da primeira sessão
- ensaiar a entrevista

- ensaiar a sessão de apresentação e formação da tecnologia ATA
- ensaiar os procedimentos técnicos da instalação do sistema
- avaliar o desempenho e a robustez do sistema ATA

Durante a realização do teste piloto serão registadas notas de campo, descrevendo eventuais problemas e aspectos a serem corrigidos ou melhorados na versão definitiva dos testes.

Conclusão

Ao longo deste capítulo reflectimos sobre as abordagens metodológicas, que em nossa opinião, se adequam à natureza do nosso objecto de estudo e ao teor das questões de investigação. Este enquadramento permitiu-nos definir o nosso posicionamento, do ponto de vista metodológico, face ao modo como pretendemos implantar o estudo empírico.

Num segundo momento, elaboramos um plano organizado pelas várias etapas necessárias ao desenvolvimento da tecnologia ATA com vista à implementação do estudo empírico no terreno. Deliberadamente, diferimos para um capítulo autónomo a reflexão em torno dos factores, variáveis e hipóteses do objecto estudo. A segunda parte do documento terá início, precisamente, com o capítulo em que se apresenta um modelo conceptual cujo objectivo é descrever o fenómeno da adaptabilidade dos media tangíveis. Este último procurará criar um quadro de análise, baseado num conjunto de factores e variáveis, que permitirá também proceder à avaliação do estudo empírico.

Parte II - Artefactos Tangíveis Adptáveis - estudo empírico

Capítulo 1. Modelo conceptual ATA

Ao longo do próximo capítulo iremos propor um modelo conceptual que procure representar e descrever o processo de adaptabilidade dos media tangíveis. Comçaremos por argumentar que o seu principal traço consiste na supressão da interface. A segunda parte do capítulo será ocupada com a fundamentação das várias etapas que, colocado por nós em hipótese, estruturam o mecanismo de adaptabilidade dos media tangíveis. No centro da argumentação propomos que a adaptabilidade torne o modelo mental do artefacto num modelo dinâmico, do ponto de vista temporal.

1.1 Da interface ao artefacto

A ideia da adaptabilidade, não sendo nova, foi já proposta e constituiu objecto de reflexão em vários domínios, não só na HCI mas também na arte e na

cibercultura. Antes mesmo do aparecimento das novas abordagens conceptuais no seio da HCI - a Computação Úbica, a Realidade Aumentada ou os TUI – e ainda no contexto de interacção convencional do computador pessoal, a ideia de uma interface gráfica neutra e discreta é central nos textos da Usabilidade. Sob o signo da “facilidade de uso”, é evidente o esforço de aproximação dos sistemas tecnológicos ao universo cognitivo do utilizador. Através da interface gráfica, procura-se reconstituir os modelos mentais do utilizador: a interface deverá incluir elementos familiares ou “intuitivos”. A ideia de familiaridade subentende já uma certa reorganização perceptual do interface no sentido de o tornar discreto e passá-lo para “segundo plano”. Com objectivo de tornar a experiência de utilização mais eficiente, o design visual de interfaces promove estratégias, através da linguagem visual, para desviar a atenção do utilizador do sistema tecnológico e da própria interface.

Mais objectiva e assumida é a abordagem da Computação Úbica, proposta por Weiser (1991) através do conceito de “desaparecimento do computador” e dos processos de “naturalização” da tecnologia, sobre os quais já falámos anteriormente ao longo desta tese. No caso da arquitectura de sistema da computação úbica, o método consiste em distribuir a tecnologia pelo ambiente físico que envolve os utilizadores, tornando-a omnipresente mas oculta. Com o surgimento dos TUI, e mais recentemente do denominados “Natural Interfaces”, a questão do “desaparecimento” da interface começa a ser discutida com maior vigor.

Há uma diferença clara e importante entre “fazer desaparecer” a tecnologia ou “fazer desaparecer” a interface. Todas as abordagens recentes do design de interacção e da HCI que tivemos oportunidade de descrever, entendem que um dos objectivos da interface consiste em “esconder” a perplexidade do mundo da técnica que corporiza o sistema.

Mais especificamente, nem todas as linhas de investigação que têm por base os TUIs apontam para a ideia do desaparecimento da interface. Aliás, o modelo conceptual proposto inicialmente por Fitzmaurice, e desenvolvido mais tarde por Ishii e Ullmer, olha o mundo físico enquanto mecanismo de interacção com as

funções ou informação digital, isto é, o mundo físico é, ele próprio, a interface entre o utilizador e o mundo digital.

Recentemente, surgiram outras visões dentro da área dos media tangíveis⁶² (Shaer et al, 2010. p 18,19), tais como a Tangible Computing ou a Embodied Interaction, que centraram a reflexão em torno da noção de *experiência* (do utilizador) relegando para segundo plano a de interface.

Não é nossa intenção propor um modelo que tenha a pretensão de explicar ou descrever o fenómeno dos media tangíveis na sua globalidade. Tão pouco tentaremos reduzir ou subordiná-lo exclusivamente à ideia de desaparecimento da interface. Dada a diversidade e a riqueza de abordagens conceptuais tal tarefa seria tanto inútil quanto impraticável. Contudo, se abordarmos conceptualmente os media tangíveis a partir da ideia de desaparecimento, podemos deduzir um modelo que incorpore, de um modo mais abrangente, a riqueza do fenómeno da adaptabilidade.

1.1 Interface e Artefacto

Nas disciplinas relacionadas com o design de tecnologia, o termo Interface aparece associado aos mais variados contextos e significados. Na programação, por exemplo, tem um significado muito preciso e refere-se ao processo de comunicação entre dois módulos lógicos, duas partes de um programa ou mesmo entre vários programas. Nas ciências de computação, ele costuma designar a associação entre dois circuitos electrónicos ou o processo de comunicação entre dispositivos tais como o computador e a impressora⁶³. No Design de Interação e

⁶² Usamos o nome media tangíveis para designar a família das várias tipologias, elencadas por Shaer et al, que evoluíram a partir do modelo conceptual do grupo Tangible Bits e que se inspiram na Realidade Aumentada, a Computação Úbiqua e Pervasiva.

⁶³ Esta é uma definição de uso comum, disponível em diversos dicionários, tais como o English Dictionary (<http://www.dictionary.net>, 2012) ou o dicionário de Língua Portuguesa da Porto Editora (<http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa>, 2012). A ideia de interface como mecanismo que põe em contacto, ou um espaço de comunicação, entre duas entidades está difundida pelas mais variadas áreas científicas, da física à biologia. Na Enciclopédia Britannica Encyclopedia (<http://www.britannica.com>, 2012) existem cerca de 177 entradas ou contextos de aplicação que podem designar o termo Interface.

na HCI o termo Interface está intimamente ligado ao conceito de *User-Interface*, isto é, designa conceptualmente o espaço onde acontece a interacção entre o utilizador e o sistema. Na maior parte dos casos, quando a palavra surge isolada, o termo Interface refere-se especificamente à interface gráfica.

Interface é uma palavra inglesa⁶⁴ de origem latina que significa aquilo que está *entre duas superfícies*⁶⁵. À primeira vista a definição sugere a ideia de ligação entre duas entidades: algo que, de algum modo, operacionaliza a interacção em si, possibilitando a comunicação ou a simples troca de informação. Ironicamente, o mecanismo que tem por finalidade fundir dois espaços, ao mesmo tempo, separa-os: a interface torna visível as diferenças das entidades que pretende pôr em contacto.



Figura II.1 - Interface. A definição mais consensual descreve-a como uma região de fronteira entre duas entidades singulares ou mundos distintos.

Trata-se, pois, de um terceiro elemento, e concordamos com Rocha: é uma camada de mediação, um lugar que não pertence a nenhuma das partes e tanto pode ser perspectivado como uma ponte ou como uma pele (Rocha, 2009, p.3918).

Podemos entender a interface como uma região de fronteira, uma linha ou superfície que interliga e separa duas superfícies, ou de forma complementar, como um meio: um mecanismo de controle que uma parte estabelece sobre a outra. Nas ciências da computação, as duas superfícies em questão podem ser

⁶⁴ O termo já é considerado parte integrante da língua portuguesa, de acordo com o Portal da Língua Portuguesa (disponível para consulta em <http://www.portaldalinguaportuguesa.org>, 2012) do Instituto de Linguística Teórica e Computacional.

⁶⁵ Da junção de Inter com Face. De acordo com o Novo Dicionário Latino-Português da Lelo Editores *inter* é um prefixo que designa *entre*, *dentro* ou *no meio*. A palavra *face* tem origem

dois sistemas, ou um sistema e um utilizador. Interessa-nos especialmente este último cenário.

A interface pressupõe a existência de, pelo menos, dois mundos ou entidades distintas. Se A e B fossem uma única e a mesma entidade não existiria a necessidade de uma interface de comunicação. Mas para além de A e B constituírem entidades separadas, são também elas em inúmeras situações, entidades distintas. Por força das diferenças, a interface tem como função, não apenas veicular informação entre todas e cada uma das entidades, como traduzir essa informação. A interface assemelha-se a um mecanismo de mediação, um meio que estabelece um denominador comum, permitindo que entidades com natureza distinta possam trocar informação. Do nosso ponto de vista, é incorrecta a ideia que a interface possa de algum modo ser “neutra”.

No contexto da HCI interface designa geralmente uma relação entre o mundo humano e o mundo do sistema ou da máquina. Ambos necessitam de um denominador comum, porque enquanto a natureza do primeiro é digital, a do segundo é física. O mundo digital e o mundo físico têm propriedades distintas e são regidas por leis diferentes. O sistema necessita ser representado no mundo físico e o utilizador necessita de ser representado no mundo digital. Por exemplo, no cenário convencional do computador pessoal em que os sistemas operativos são baseado em GUIs, o rato e o teclado são a expressão física do sistema, enquanto que o cursor representa o utilizador no mundo digital.

O mundo digital não “existe” para o utilizador enquanto a informação de uma parte de si não for traduzida e transportada para o mundo físico, através das interfaces. Isto acontece pelo simples facto do sistema e o utilizador não coexistirem num único e mesmo plano material. Tal como os bits, que constituem por exemplo uma página da Internet, ganham expressão e tornam-se inteligíveis para o utilizador, apenas quando são visualmente mapeados por meio de um monitor que os traduz para uma expressão física e humana.

Num outro plano, a intersubjectividade que acompanha o processo comunicativo exige que as entidades envolvidas partilhem entre si uma plataforma de mútuo entendimento. Com isto queremos afirmar que a interface não integra

uma entidade na outra. Não se trata de fusão, pois a acção da interface não “perturba” a identidade das partes envolvidas. Nem se verifica o nascimento de uma nova categoria, em resulta da sua interação. O objectivo da interface consiste precisamente em estabelecer as condições em que entidades de diferente natureza se possam interligar garantido que preservem as suas fronteiras.

Não devemos contudo, confundir esta ideia com uma outra expressando que as entidades em jogo não se modificam elas próprias em resultado da acção da interface, fazendo-os evoluir. Pois essa evolução faz parte do modo-de-ser da entidade, ou seja, da sua identidade. Também nada impede que ambas entidades não possam ser consideradas, por via de um fenómeno de agregação, como uma terceira entidade. Mas esta última será sempre divisível - um sistema híbrido no qual ainda é possível distinguir os elementos que lhe dão forma.

Vários autores da área da cibercultura, como é o caso de Pierre Lévy, interpretaram a acção da interface como um fenómeno de tradução: “[...] de articulação entre dois espaços, duas espécies, duas ordens de realidade diferentes: de um código para outro, do analógico para o digital, do mecânico para o humano... Tudo aquilo que é tradução, transformação, passagem, é da ordem da interface” (Lévy, 1993, p.181). A informação não viaja incólume pura e simplesmente de um lado para o outro. É um processo de mediação, no qual é sujeita ao processamento ou recodificação, como se tratasse de “conhecimento em segunda mão” (Kerckove, 1995, 83)⁶⁶.

Olhando para relação específica entre o mundo físico e o mundo digital, compreendemos que dada a diferente natureza dos meios em questão, a interface vai operar um conjunto de operações sobre a informação. Na base da pirâmide estão operações de recodificação de informação digital em analógica e vice-versa. À medida que os processos se tornam mais *high-level*, a informação torna-se mais simbólica e próxima de cada uma das entidades, como é o caso do

⁶⁶ Nesta obra, ainda em 1995, Derrick Kerckove faz a apologia da Realidade Virtual e de outras estratégias de simulação digital. O caminho traçado para novos media é no sentido da remoção gradual das interfaces para que os utilizadores em rede atinjam a informação pura sem mediação.

reconhecimento gestual, no exemplo de uma interface baseada na visão por computador.

As interfaces tangíveis partilham a realidade física com o utilizador, e por essa razão, encontram-se expostas às diferentes manifestações humanas - de ordem simbólica, psicológica, social ou antropológica. Paralelamente à sua função primária ou finalidade (exemplo: a função do teclado é possibilitar a escrita), enquanto objectos físicos fazem parte das disposições espaciais do ambiente de interacção e pertencem à cultura material do utilizador: são um lugar de produção e partilha de sentido por parte de elementos de uma comunidade, ou se preferirmos, algumas interfaces são também elas artefactos.

Em seguida iremos argumentar que o paradigma de interacção dos media tangíveis oferece duas linhas conceptuais. Uma primeira, inspirada no conceito de interface (que acabamos de descrever), e uma outra, que se abre à noção de artefacto. Não cremos que se trate de uma dicotomia, até porque outras abordagens complementares estão bem identificadas e descritas (Shaer et al, 2010, p.17,42 e 66), ou sequer que ambas sejam antagónicas.

Julgamos que ambos os pontos de partida produzem interpretações legítimas e, deste modo, não cremos que seja possível excluír ou preterir em absoluto uma noção face a outra. Ambos estão presentes: um meddium tangível é simultaneamente uma interface e um artefacto. Contudo, podemos perspectivar o mesmo fenómeno privilegiando um ou outro conceito como ponto de partida, criando um posicionamento que torna visível certas propriedades e características do paradigma de interacção que de outro modo passariam despercebidas, ou facilitando a compreensão de certos mecanismos menos evidentes.

Um objecto tangível deverá ser perspectivado mais como interface e menos como artefacto caso verifique a definição de interface e, ao mesmo tempo, a sua dimensão simbólica, enquanto objecto físico integrado no contexto social e cultural que constitui o quotidiano do utilizador, seja reduzida ou pouco relevante.

1.1.1 Interfaces Tangíveis

Os TUI propõem-se substituir as interfaces simbólicas e gráficas convencionais por objectos do mundo físico. De um modo muito simplista podemos afirmar que enquanto o paradigma convencional baseado nos GUI oferece ao utilizador um corpo digital, introduzindo-o simbolicamente no sistema, o paradigma dos TUIs constrói um corpo tangível nas entidades do mundo digital, integrando-as no mundo físico.

O trabalho de Ishi, Hiroshi e Ulmer, que cunhou o termo Tangible User Interface, é fortemente inspirado pelo pensamento de Norman e de Gibson e funda-se em 3 pontos estruturantes: O conceito de *affordance* (i), o modelo de interação MCR⁶⁷ (ii) e um quadro metodológico para o desenvolvimento da tecnologia – *Tokens and Constraints* (iii).

A abordagem que Gibson propõe para a psicologia – a *ecological approach* –, sobretudo a psicologia cognitiva, enfatiza a percepção visual como um fenómeno da acção do homem no mundo. Para compreendermos como um animal percepçiona o mundo devemos estudar e descrever o meio ambiente no qual ele se encontra envolvido, evolui e interage (Gibson, 1986, p.8) . A percepção de um objecto envolve o sujeito a agir sobre esse mesmo objecto: trata-se de um processo dinâmico. A razão deve-se ao facto do sistema perceptivo humano ter sido moldado pela evolução biológica resultante da interacção vital entre si e o ambiente envolvente. Esta acção é, portanto, um processo exploratório que tem por objectivo guiar ou direccionar a percepção.

A direccionalidade da acção que determina o comportamento está, de acordo com Gibson, “inscrito” nas propriedades do objecto físico – na forma, na volumetria e noutras propriedades físicas e visuais – através do mecanismo de percepção. Gibson leva mais longe esta ideia e propõe que o sentido, ele próprio, seja fornecido pela percepção directa: *affordance* é tudo aquilo que o meio ambiente oferece ao Homem e à sua percepção. Não é algo de natureza exclusivamente física ou humana, mas sim uma relação entre ambos, “[...] is

⁶⁷ *Model-Control-Representation*

neither an objective property nor a subjective property [...] points both ways, to the environment and to the observer” (Gibson, 1986, p.129). Em todo o pensamento de Gibson está presente a ideia que o meio ambiente e seus elementos constituem um *medium* através dos quais o Homem exerce a sua acção no mundo. Este autor considera que os efeitos e as consequências (tanto positivas como negativas) para o indivíduo decorrem da sua acção são propriedades desse mesmo objecto⁶⁸.

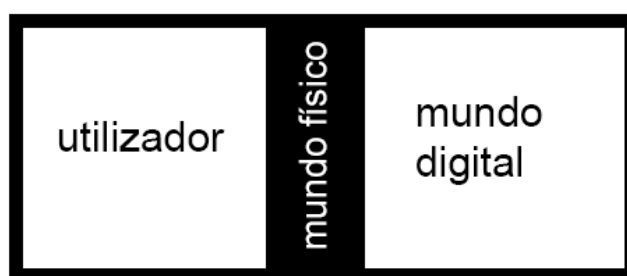


Figura II.2 - TUI. Através do conceito de *affordance*, o mundo físico é transformado numa interface entre o ambiente envolvente do utilizador e o mundo digital.

Repare-se que, tal como a interface, a *affordance* é uma terceira entidade que se interpõe entre o sujeito e seu comportamento exploratório no meio ambiente⁶⁹. A sua premissa não está exclusivamente no sujeito nem no comportamento humano, mas em ambas. Há claramente um paralelismo entre a noção de *affordance* e a noção de interface. A *affordance* é o mecanismo através do qual, Gibson e os autores TUI, transformam o mundo físico que rodeia o utilizador numa interface. Em Gibson (1986) o mundo físico já é na sua natureza uma interface entre ele próprio e o Homem. No modelo conceptual TUI, o mundo físico é agora a interface que interconecta o Homem com o mundo digital.

⁶⁸ Neste ponto é evidente a recusa do autor em adoptar um posicionamento fenomenológico ao defender que o comportamento do sujeito é objectivo e independente da sua experiência subjectiva: “Note that all these benefits and injuries, these safeties and dangers, these positive and negative *affordances* are properties of things *taken with reference to an observer* but not properties of the experiences of the observer.” (Gibson, 1986, p.137). De igual modo, Gibson expressa o seu distanciamento à abordagem construtivista da psicologia cognitiva.

⁶⁹ O comportamento do sujeito pode implicar agir ou, alternativamente, não agir. “The theory of *affordances* implies that to see things is to see how to get about among them and what to do or not do with them” (Gibson, 1986, p.223)

De acordo com Gibson, o mundo que envolve o Homem é todo ele formado por interfaces, objectos que estão disponíveis para serem manipulados, modificados, evitados, etc. É interessante notar que no seu pensamento, tal como em Baker⁷⁰, não faz sentido distinguir entre objectos ditos naturais (substâncias) dos objectos artificiais (artefactos), dado que o Homem constrói esse objectos, como por exemplo as ferramentas, com o objectivo de modificar e explorar o mundo que o rodeia. Tanto as *affordances* dos objectos produzidos pelo homem, como as *affordances* das substâncias (naturais), são ambas parte integrante do um único meio ambiente e, do ponto de vista da percepção, são idênticas. Em sintonia com a abordagem ecológica, o ser humano, os animais e suas produções, tudo isto faz parte integrante do meio ambiente, ou seja, do mundo natural.

1.1.2 A interobjectividade da Interface Tangível

O fenómeno dos média tangíveis produz um espaço comunicacional que se organiza em vários planos, os quais se interpenetram, mas ainda assim é possível a sua identificação. Começamos por dividir este espaço tentando isolar a dimensão intersubjectiva da dimensão interobjectiva.

Não nos interessa dar início à discussão⁷¹ sobre se a essência da interface tangível pressupõe uma relação interobjectiva ou, contrariamente, uma relação intersubjectiva. Até porque, é para nós um dado adquirido, que qualquer fenómeno que envolva um sujeito, tanto directa como indirectamente incluirá sempre mecanismos de natureza intersubjectiva, sem prejuízo de exclusão de todos aqueles aspectos que ao mesmo tempo têm origem no plano da interobjectividade. A interface não é excepção; como em todas as manifestações

⁷⁰ Este filósofo questiona o critério Aristotélico para distinguir entre artefactos e objectos naturais (substância) e que se baseia no facto dos primeiros, contrariamente aos últimos, serem concebidos na mente e produzidos pela mão do Homem. "of course, the existence of artifacts depends on us: but we are part of nature. It would be true to say that the existence of artifacts depends not on nature-as-if-we-did-not-exist, but depends on nature-with-us-in-it." (Baker, 2008, p.6)

⁷¹ Como tem vindo a acontecer em concreto em algumas áreas da psicologia cultural, biologia social ou até na sociologia antropológica.

da comunicação humana sobrepõem-se factores de diversa ordem que não hesitamos em classificar como pertencentes a uma ou a outra esfera.

Comecemos, em primeiro lugar, por descrever o espaço interobjectivo do medium tangível. O nosso objectivo é tentar estabelecer uma relação entre a noção de interface de interobjectividade.

No contexto do modelo conceptual TUI, a interface é pois um lugar de passagem – um processo de conversão das acções físicas em acções do mundo digital e também um processo de tradução da informação que circula e se faz representar em ambos os mundos. Os media tangíveis tendem a ser altamente especializados e, em parte devido isso, a sua identidade é marcada exclusivamente pelas tarefas que desempenham e que lhes são previamente destinadas. Vimos, anteriormente, que ao contrário dos objectos digitais, os objectos físicos são fabricados para desempenharem uma função específica no âmbito de um sistema interactivo – *token* e *constraints*⁷². No exemplo apresentado (como paradigmático) pelo modelo conceptual dos TUI - o ábaco -, as contas são os objectos *tokens* e o eixo, através do qual se deslocam, é o objecto *constraint*. A conta do ábaco representa informação e, simultaneamente, ao ser deslocada tem uma função no sistema, e por essa razão é considerada naquele modelo uma interface de entrada e saída. Digamos que a interface pressupõe um programa prévio externo. No exemplo em questão, a função que consiste em deslocar a conta sob o eixo do ábaco, faz parte do programa de design da interface do próprio ábaco.

Os objectos que constituem as interfaces demonstram possuir propriedades físicas que são adequadas as essas funcionalidades - o objecto é desenhado e pensado formalmente pela equipa de design para desempenhar funções específicas. Ou seja, o utilizador tem em mãos um objecto que já contém um

⁷² O sistema pioneiro “Bricks” (Fitzmaurice, 1995) bem como os projectos que se seguiram e que consagraram a visão do grupo “Tangible Bits”, do MIT, caracterizam-se pela sua forte especialização ao nível do campo de utilização. No caso de *Bricks*, o sistema era formado por conjunto de ferramentas pensadas para o contexto *office*. Os objectos tangíveis que serviam de interface entre o mundo digital e o utilizador consistiam em peças de madeira (*tokens*) previamente desenhadas e que seriam usadas sobre uma mesa preparada e construída para o efeito pela equipa de desenvolvimento da tecnologia. Os projectos que lhe sucederam, e entretanto enquadrados no modelo conceptual TUI pela equipa Tangible Bits, resultam da aplicação da metodologia projectual “*Token + Constraint*” (TAC).

modelo mental. Foi concebido e caracterizado pela equipa de design da tecnologia. A expressão física do objecto é condicionada pela necessidade da interface cumprir com os seus requisitos. Estes últimos põem em marcha os mecanismos de acção e os padrões comportamentais, muitos deles de forma automática e involuntária, decorrentes do conceito de *affordance*. O utilizador é convertido em objecto pelo sistema – é objectificado. Durante este processo, o utilizador troca informação com a outra entidade no mundo digital.

O plano interobjectivo sobressai sempre que perspectivamos a relação humano-computador pela lógica do sistema e da interface, como uma troca de informação entre duas exterioridades. O espaço informacional que o sistema põe em jogo através da interface, ainda que não faça muito sentido do ponto de vista das ciências da comunicação, admite uma leitura autónoma face ao mundo da experiência humana e da intersubjectividade.

As funcionalidades previstas na interface tangível traduzem um conjunto de acções ou comportamentos físicos do utilizador para o ambiente digital, e vice versa. Tal como na interacção entre os seres vivos e o meio ambiente, discutida no âmbito da psicologia cultural⁷³ e da etologia, encontramos aqui um interessante paralelismo com a noção de interface. De facto, para a sociobiologia, existe alguma relutância em considerar as interacções entre simples organismos biológicos e o meio como sendo um fenómeno social complexo, como aquele que assiste a humanidade e que subentende a noção de ordem social (Latour, 1996, p.228). Ora, no plano da interobjectividade, sobressai um conjunto de interacções que ocorrem entre o utilizador e o mundo digital sem que haja qualquer referência à estrutura social que deveria enquadrar o lugar dos intervenientes. O utilizador, por imposição do programa de funcionalidades previsto na interface, fica subordinado a um conjunto finito de operações ou de combinações previstas no sistema. Esse facto é tanto mais visível quanto maior for o grau de especialização da interface tangível, pois a tecnologia concebida

⁷³ De acordo com Francisco Teixeira, “ A interobjectividade refere, então, um movimento de acoplamento e congruência estruturais entre os sistemas de si mas não a identidade ou comunicação de ego a alter, ou vice-versa, para utilizar a terminologia de Luhmann. De facto, cada si corresponde, para o outro, a uma *Black box* impenetrável, cuja subjectividade nunca se é capaz de discriminar.” (Teixeira, 2004)

para concretizar um conjunto pré-destinado de tarefas, em contextos igualmente pré-definidos, impõe ao objecto físico uma forma, uma aparência que molda o comportamento do utilizador. O que o utilizador pode então fazer com a interface física? O que ela controla e representa é dominado pela especificidade do contexto e pelo modelo conceptual da tecnologia, que entre outras coisas, mapeia as operações e acções levadas a cabo pelo utilizador.

Quadro 3: Dimensão interobjectiva

Factores que caracterizam a dimensão interobjectiva
A definição de interface como sistema fechado; lugar de fronteira, sem identidade, no qual as entidades se conectam e trocam informação. Não possui uma biografia ou uma reserva de valores.
Especialização da interface tangíveis, próprio na natureza física do objectos, impõe um programa externo ao utilizador e um espaço de personalização do sistema muito reduzido.
Descoincidência de temporalidades ao nível do design da tecnologia e do seu uso.
A abordagem ecológica da psicologia cognitiva e o conceito de <i>affordance</i> .
A aplicação da metodologia projectual Tokens + Constraints (TAC).

Paralelamente ao plano de interobjectivo, a noção de interface comporta, igualmente, uma outra esfera com vários planos de intersubjectividade⁷⁴. Antes de analisarmos o processo de adaptabilidade, tentaremos mostrar que, ao contrário

⁷⁴ Mesmo quando o utilizador se encontra fisicamente sozinho, o uso da interface é um fenómeno eminentemente social. O uso da tecnologia implica por parte do sujeito a interpretação de todo um espaço de interioridades constituído por outras subjectividades, as quais, não estando fisicamente presentes, contribuem para a sua compreensão do objecto. São disso exemplo as noções pré-adquiridas pelo sujeito acerca da interface e que lhes foram transmitidas por outros sujeitos no passado ou pelos autores da tecnologia (manuais técnicos, etc).

da interface, a noção de artefacto enfatiza de forma mais evidente esta última esfera.

Uma visão do fenómeno dos media tangíveis que incida em exclusivo sobre as características interobjectivas é claramente insuficiente e incompleta. A dimensão interobjectiva deixa de fora a interação social e a esfera da acção da cultura.

1.2 Artefactos tangíveis

A primeira noção de artefacto remonta a Aristóteles, na qual, os objectos do mundo são divididos primordialmente entre os objectos ditos *naturais*, isto é, todos aqueles que se apresentam em resultado da sua natureza, e os artificiais que são os objectos produzidos pela actividade do Homem (Aristóteles, Física, livro II).

Esta primeira definição circunscreve o âmbito da noção de artefacto ao factor de intencionalidade, no problema da autoria, neste caso específico, humana. Um objecto que é criado por alguém para um determinado fim. A noção contemporânea é bem menos restritiva, facto que por si só ilustra a forma como evoluiu e o seu significado se expandiu para agregar novos domínios e reformular a noção de autoria.

Como ponto de partida, a definição de Aristóteles constitui ainda os seus alicerces actuais; um artefacto distingue-se dos objectos naturais, na sua causa, pelo facto de ter um autor. Contudo, a definição mostrou-se insuficiente para integrar aquilo que hoje se compreende como sendo o produto da actividade humana ou os vários domínios que a ciência hoje admite reflectir ou tomar como objecto de estudo. A própria noção de natural e artificial, bem como outras categorias clássicas, sofrem a erosão do tempo, da acção das concepções modernas e, mais recentemente, do embate do pós-modernismo.

Os artefactos culturais são qualquer coisa produzida pelo homem que ofereça informação acerca da cultura do seu autor: nomeadamente através da forma como foi produzido, da sua tecnologia, da sua história, da organização social,

dos processos comunicativos, etc. Esta definição, aceite pelas ciências humanas, não exige que o artefato se trate de uma coisa física, em si mesma, mas que ao menos tenha uma expressão física. Senão vejamos; “The principal goal of social science is to describe and explain «social use of material objects», whether these are actual physical objects or physically observable modes of behaviour among the individuals of a particular group. The total network of descriptive systems, or codes, will constitute the society's culture, and within that culture the «material objects» can be considered as cultural artifacts”⁷⁵ (Watts, 1981, p.19).

Um conceito, uma teoria ou mesmo uma ideia são, em todo o caso, de um produto humano, e fornecem informação acerca da sua cultura. Curiosamente, poderíamos considerar como meta-artefactos culturais o discurso formal da sociologia e da antropologia, as reflexões da ciência sobre a cultura em si, incluindo a própria palavra artefacto: desde que, através de processos comunicativos, por exemplo, produzam efeitos no comportamento dos indivíduos⁷⁶.

A noção de artefacto cultural tem a vantagem de sublinhar a interdependência do objecto em causa e o enquadramento social e cultural no qual se insere - “The artifacts themselves do not have any significance beyond that which they acquire through an abstract and socially accepted system of distinctive features [...]. A change in the needs of the society will create a change in one or more of the systems of rules and distinctive features[...].” (p.19).

Os artefactos são também imateriais, como demonstra Marx Wartofsky. Este filósofo constrói um modelo, no qual se distinguem várias ordens de artefactos: primários, secundários, terciários... de acordo com o grau de representação a que se referem. Partindo da dimensão física dos símbolos - os artefactos primários, embora não se tratando ainda de artefactos linguísticos apresentam-nos contudo, significados, sentidos, intenções ou relações - chegamos às suas representações. Os símbolos, os textos, as representações pictóricas dos primeiros, são artefactos secundários e terciários; “I would characterize such artifacts, abstracted from their direct representational function, as «tertiary»

⁷⁵ As aspas são do autor.

⁷⁶ O texto podem ser considerado como um artefacto linguístico cultural (Watts, 1981, p.27)

artifacts⁷⁷” (Wartofsky, 1979, p.209). Nesta última categoria, são incluídos também os artefactos mentais, tal como o produto da imaginação ou mesmo os sonhos, uma vez que se tratam ainda de representações. Deste modo, os objectos físicos são artefactos primários enquanto que as suas representações gráficas numa página Web ou num livro, são artefactos secundários.

Com a expansão da actividade humana da realidade física para o ciberespaço surge também a noção de artefacto virtual, que designa os objectos que não tendo uma existência física existem no mundo digital, tais como os programas de computador ou as interfaces gráficas. No entanto, apesar de não possuírem uma existência física, as representações do mundo digital, são objectos *materiais*, e podem apelar à fisicalidade do mundo quando adquirem propriedades físicas como a cor, a forma ou a volumetria⁷⁸.

Sendo o artefacto qualquer objecto produzido pelo Homem, e não apenas algo disponibilizado de modo imediato pela “natureza”, a interface, por se tratar de um produto da mente humana, é também ela um artefacto.

1.3 O artefacto adaptável e o desaparecimento da interface

Propomos, no quadro dos media tangíveis, que a adaptabilidade seja um processo responsável pelo desaparecimento da interface. Não se trata dos mecanismos de naturalização da tecnologia, que ao longo da primeira parte do documento tivemos oportunidade de conhecer, e que tinham por base a ideia que o uso continuado de uma ferramenta, ou de uma tecnologia, tornava-a inconsciente e, em certa medida, invisível. A adaptabilidade funciona também como um modo de “invisibilização” mas, em nosso entender, opera de modo distinto.

⁷⁷ As aspas são do autor.

⁷⁸ Os GUI's como botões, janelas e outros elementos que integram as metáforas visuais, bem como as simulações tridimensionais, a realidade virtual, adquirem propriedades físicas. Estas entidades existem num plano ou realidade cuja a matéria é de natureza digital.

1.3.1 Invisibilização

O primeiro argumento prende-se com a questão do modelo mental. Ao personalizar um objecto físico, incorporando nele funções e propriedades do mundo digital, o utilizador põe em prática um modelo mental sobre o funcionamento do objecto. Esse modelo mental tem duas propriedades: é pessoal e único. A interface deixa de ser apenas um mecanismo externo de mediação entre duas entidades e passa a incorporar elementos pessoais. O utilizador, por hipótese, incorpora no modelo mental de funcionamento do artefacto, os aspectos da sua vida pessoal, das práticas sociais e culturais do seu quotidiano, e põe em jogo um conjunto de expectativas que tem acerca dos cenários de utilização, os quais pressupõem a interação social com outros membros do ambiente de interação.

O objecto físico que é subordinado ao processo de adaptação adquire identidade, enfraquecendo a dimensão interobjectiva. Ao fazê-lo, deixamos de poder considerar este objecto como uma mera interface, ou como uma membrana que tem como única função servir de mediação entre duas entidades ou dois territórios entidades – o objecto, ele próprio, passa a ser um território. O modo como o objecto é adaptado e a sua estreita relação com os aspectos particulares deste mundo, constitui um primeiro indicador de como o fenómeno da adaptabilidade constitui um espaço intersubjectivo.

Vejamos, agora, o fenómeno da adaptabilidade por um segundo prisma. O artefacto concebido pela equipa de design pressupunha aquilo a que, no contexto da Sociologia, Silverstone e Haddon (1996) designava ser o utilizador ideal (p.10). De modo similar, a teoria da acção situada e a HCI referem este processo como a modelização do utilizador. No cenário da adaptabilidade, o utilizador ideal é idealizado pelo próprio que acumula, simultaneamente, o estatuto de designer e de utilizador do artefacto.

Como referimos no ponto 4.5.1 da parte I, Dourish (2001, p.133,134) identificou e associou ao artefacto dois planos intersubjectivos, correspondentes a duas etapas na vida do artefacto: o design e o uso. Este segundo nível intersubjectivo,

que é constituído pelo o uso da tecnologia, é analisado em pormenor pela teoria da domesticação da tecnologia e pela teoria da acção situada. O fosso entre o plano do design e do uso faz parte do pensamento dos principais autores e da linha de argumentação das teorias que referimos ao longo da tese.

1.3.2 Plano intersubjectivo unificado

A adaptabilidade, em nosso entender, faz colapsar num único plano os planos intersubjectivos correspondentes ao design e o uso da tecnologia. Estas duas etapas claramente distinguem-se no ciclo de vida convencional do artefacto (figura II.3). O plano intersubjectivo da adaptabilidade é, portanto, um plano intersubjectivo unificado.



Figura II.3 - Plano intersubjectivo unificado. A adaptabilidade invisibiliza a interface e dilui a fronteira do plano intersubjectivo do design e do uso.

As etapas do design e do uso correspondem, como se disse, a momentos distintos do ciclo de vida da tecnologia. Mas, mais importante do que isso, é o facto de os sujeitos envolvidos nas duas etapas tratarem-se de pessoas diferentes. Quando afirmamos que o plano intersubjectivo é unificado, não queremos dizer que o design e o uso, pela acção da adaptabilidade, se juntem num momento só. Em ambos os cenários, as duas etapas mantêm-se separadas temporalmente, e correspondem a duas actividades mentais distintas. Tal como no ciclo de vida convencional de um artefacto, no período em que o utilizador se ocupa em actividades de design, tal como uma equipa de design convencional, ele concebe planos (ainda que informais) e idealiza cenários de utilização para o artefacto. Contudo, na adaptabilidade, o sujeito envolvido nas actividades de concepção do artefacto é o mesmo que o irá usar. E, acresce ainda, que o ambiente de interacção a que o design se refere é único e o mesmo que servirá de palco para o uso da tecnologia. Em ambos os períodos, as disposições físicas, as actividades do quotidiano, as práticas sociais e culturais, estão concentradas num único lugar – o ambiente doméstico do utilizador. A adaptabilidade cria um pano de fundo comum ao design e ao uso da tecnologia, um plano de intersubjectividade, constituído pelo mundo da experiência do utilizador.

Uma questão, porém, permanece em aberto. É certo que o utilizador, durante a actividade de design idealiza, para si próprio, um cenário de uso para o artefacto. A descontinuidade entre o uso pretendido e o uso efectivo não desaparece com o facto o sujeito ser o mesmo em ambos os papéis. É expectável que o utilizador encontre formas inusitadas de usar o artefacto e que não previa. Aliás, a própria teoria da domesticação da tecnologia conclui que a adaptabilidade ocorre, independentemente de estarmos diante de um sistema adaptável ou não. A adaptabilidade não anula a descoincidência entre o uso pretendido, inscrito no modelo mental do artefacto, e o uso efectivo, apenas torna esse processo dinâmico.

1.4 Modelo mental dinâmico

Por hipótese, factores de diversa ordem podem entrar em jogo e tornar o uso da tecnologia imprevisto e inesperado, suscitando no utilizador a necessidade ou a vontade de readaptar o artefacto. Espera-se que a adaptabilidade promova, ao longo do tempo, sucessivos ajustamentos ao modelo mental do artefacto, em função de vários factores também eles de natureza dinâmica.

Esta ideia está esquematizada na figura II.4. Do lado esquerdo está representada a etapa de adaptação que consiste nas actividades do design do artefacto. Designadamente fabricar ou converter o objecto físico, integrar a etiqueta electrónica, configurar as funcionalidades digitais e os gestos que as activam. Durante este processo, é expectável que o utilizador realize também testes informais e exploratórios à medida que se desenrolaram as actividades de concepção e personalização, pelo que a fronteira entre o design e o uso possa ser, nestes casos, muito esbatida. Do lado direito, estão identificados três categorias de factores que influenciam e condicionam o processo de adaptabilidade. É um processo dinâmico e não-linear, uma vez que os artefactos são parte integrante do ambiente de interação, e por essa razão, afectam os factores.

Factores ambientais

Os factores ambientais são todos aqueles elementos que são exteriores ao mundo mental do utilizador, mas que influenciam o design e o uso da tecnologia, promovendo ou condicionando a adaptabilidade. Estando o artefacto exposto às actividades do quotidiano, como explica a abordagem etnometodológica, as circunstâncias únicas que envolvem a situação podem suscitar no utilizador a necessidade, ou simplesmente, a vontade de reformular o modelo mental do artefacto. É na situação específica e prática que, de acordo com a etnometodologia, o utilizador atribui sentido e se constitui a mútua inteligibilidade da acção. Assim, é natural que alterações que ocorram no ambiente de interação

possam suscitar mudanças ao nível do design do artefacto. Estes factores ambientais podem ser muito variados, como por exemplo: a alteração de uma rotina, a chegada ou visita de uma pessoa externa ao ambiente doméstico, a introdução ou a influência de uma nova tecnologia, um simples evento, ou uma mudança na actividade do quotidiano.



Figura II.4 - Modelo mental dinâmico. Os factores que actuam no uso da tecnologia, tornando o processo contínuo e inacabado a readaptação.

O mundo digital poderá, também ele, constituir um importante factor de reformulação do design do artefacto. A incorporação de funcionalidades e propriedades digitais nos objectos físicos do quotidiano expõe o mundo digital ao ambiente doméstico, e de modo o inverso, certos aspectos do ambiente doméstico poderão ficar visíveis do exterior, no mundo digital, através dos objectos adaptados. As TIC disponíveis na casa, designadamente os

computadores pessoais, os smartphones, a televisão, etc, servem de mediação entre o mundo digital e os membros da casa, introduzindo elementos sociais e culturais do exterior nas actividades quotidianas realizadas no ambiente doméstico.

Factores conceptuais

As TIC, por outro lado, podem condicionar o processo de adaptabilidade através de concorrência de funcionalidades. O sistema ATA oferece um conjunto de funcionalidades similares a outros dispositivos, como por exemplo o acesso ao Email, Twitter ou ao Facebook, através do computador pessoal ou do telemóvel. Espera-se que o modelo mental do objecto criado pelo utilizador esteja relacionado com essas tecnologias, seja acrescentando funcionalidades a um serviço já existente, ou criando um novo modo de interagir com serviços e funcionalidades já existentes. Os factores conceptuais estão directamente relacionados com o desenho da interação, tal como o exemplo que acabamos de descrever, em que a escolha das funcionalidades do objecto tangível e o seu modo de interagir, é influenciado por outras tecnologias.

Mas outros factores, também de natureza conceptual, condicionam o processo de adaptabilidade. Podemos apontar, em primeiro lugar, os problemas que surgem naturalmente associados ao processo de design em si, e que o facto de o utilizador não ser um especialista em design apenas vai agudizar. São eles os problemas “normais”, decorrentes de uma incorrecta aplicação dos princípios de interação e descritos nos manuais de design de interacção: visibilidade, feedback, constrangimentos, consistência, mapping, etc. Um importante indicador da acção deste tipo de factores consiste em descrever os testes informais do artefacto que o utilizador conduz no ambiente doméstico e comparar com as alterações supostamente realizadas no modelo mental de funcionamento.

A dimensão tangível do artefacto, como tivemos oportunidade de referir no capítulo metodológico, exige uma especial atenção à adequação do Mapping do movimento. Os artefactos físicos adaptáveis combinam, devido ao seu carácter

genérico e discricionário, vários modos de manuseamento que podem entrar em conflito. O conflito mais provável é que resulta do manuseamento "natural" do objecto e os movimentos que accionam as funções digitais. É expectável que fruto da existência destes tipo de conflitos que o utilizador readapte o artefacto e reformule o mapeamento das funcionalidades.

Por fim, o processo de adaptabilidade poderá ser motivado pela necessidade do utilizador ajustar um modelo mental que se revela inconsistente derivado de uma orgânica incongruente ou confusa. Por exemplo, certas funcionalidades digitais podem ser, do ponto de vista da facilidade de utilização, combinadas de modo incompatível, facto que poderá tornar-se evidente apenas com o cenário de uso.

Factores de ordem técnica

Qualquer sistema tecnológico tem limitações e o sistema tecnológico ATA não é excepção. A ideia de um sistema universal que permita um uso discricionário pleno, é impossível de concretizar na prática. O sistema ATA será sempre a versão reduzida e limitada de um sistema ideal.

Neste estudo, apenas as funções digitais e serviços online mais populares, ou aquelas especificamente solicitadas pelos participantes na fase de preparação do estudo empírico, serão contempladas. Para cada serviço, um conjunto de funcionalidades estão disponíveis. Por exemplo, no serviço Facebook, é possível monitorizar e filtrar todos os eventos ou notificações que acontecem na conta do utilizador, mas não será possível escrever uma mensagem na *timeline* de um amigo seu. O utilizador não terá oportunidade de explorar e conhecer todas as funcionalidades do serviço facebook, ou poderá constatar que outras estão em falta. Este facto não só irá condicionar o modelo mental do funcionamento do objecto, como também poderá suscitar sucessivos processos de (re)adaptação, durante o uso da tecnologia.

Outros factores técnicos terão igualmente um papel determinante na adaptabilidade. Como se trata da adaptabilidade de objectos físicos, a dimensão,

a volumetria e o peso são factores que condicionam os aspectos de fabricação/conversão dos objectos. Conceptualmente, o mecanismo tecnológico que opera e faz funcionar a interface entre o mundo físico e digital, deveria não ter qualquer expressão física.

Há ainda a referir que o sistema de *input* e de *output* da etiqueta electrónica, resultam sempre de situações de compromisso com a tecnologia disponível actual. O sistema de *input* que monitoriza o manuseamento do objecto poderá cometer erros no reconhecimento de alguns gestos, facto que poderá conduzir a um processo de reajustamento ao nível do design. Por outro lado, ainda que o utilizador possa escolher livremente entre um conjunto de gestos, os gestos admitidos pelo sistema ATA são pré-definidos, e resultam de compromissos com a tecnologia de sensoriamento usada.

A sinalização produzida pela etiqueta electrónica, luz e som, devido às pressões que está sujeita, durante a etapa da sua concepção, para que tenha uma dimensão e peso o mais reduzido possível, cria algumas limitações do sistema de *output*.

Todas estas limitações e factores de natureza técnica entrarão, com certeza, na equação do design do artefacto, e caberá ao utilizador desenvolver estratégias de adequação no sentido de minorar os seus efeitos.

Outros factores

Outros factores, como os mecanismos sociológicos descritos na teoria da domesticação, sugerem que o processo de adaptabilidade terá uma natureza dinâmica. De acordo com esta teoria, os objectos físicos e tecnologias presentes no ambiente doméstico, são objecto de fenómenos de *apropriação* e *conversão*. Os membros do ambiente doméstico instrumentalizam as disposições físicas e os artefactos através de processos sociológicos, como a criação de identidade ou a comunicação de valores sociais e culturais. Admitindo que estes fenómenos actuam sobre a generalidade dos artefactos e tecnologias, é esperado por hipótese, que os mesmos condicionem e determinem, em parte, o processo de

adaptabilidade, reforçando o seu carácter dinâmico e contingente.

1.5 estratégias de fabrico de artefactos adaptáveis

A problemática do fabrico de artefactos físicos tem sido amplamente estudada para os artefactos não-digitais e, mais recentemente, também para os digitais na área da sustentabilidade, ou como proposto por Blevis (2009), no âmbito do design de interação e da HCI, o SID (*do inglês Sustainable Interaction Design*). O objectivo desta linha de pensamento é o de criar um espaço teórico nestas disciplinas que enquadre no design da tecnologia as atitudes de sustentabilidade, sobretudo a ecológica, tentando evitar, ou prolongar, a obsolescência dos artefactos (p.503). A SID baseia-se na ideia de incorporar no design do produto tecnológico um conjunto de propriedades e características que facilitem a reutilização e adaptabilidade desses mesmos produtos por parte dos utilizadores.

Estes princípios incidem sobre a etapa de concepção e design de produto (equipa de design de uma empresa), num momento prévio ao processo de adaptabilidade que terá lugar posteriormente no ambiente doméstico. Contudo, estes princípios fornecem uma boa visão de quais as estratégias que poderão vir a ser usadas pelos utilizadores no contexto da adaptação de artefactos, sobretudo se o seu objectivo ou motivação tiver por base a reutilização de objectos físicos. Assim, Blevis (2009) propõe que o design dos artefactos com funcionalidades digitais estejam preparados para ser sustentáveis, reduzindo o seu impacto no ambiente (ecológico) através das seguintes estratégias: disposição, recuperação, reciclagem, produção para a reutilização, reutilização sem modificação, longo ciclo de vida, maximização do uso através da partilha (p.506).

Impõe-se alguma cautela na transposição destes princípios gerais para estratégias de fabrico na adaptabilidade, sobretudo porque se trata de uma abordagem do topo para a base (*Top-down*), ou seja, nada nos garante que os utilizadores desenvolvam estas estratégias. Algumas delas são, desde logo, intransponíveis por estarem enquadradas especificamente no âmbito do design

do produto.

Sob outro ponto de vista, a adaptabilidade dos media tangível recorda o modo como nós, do ponto de vista histórico e evolutivo, na época pré-industrial fabricávamos as ferramentas e os utensílios. A antropologia estuda quais são, ou foram, as estratégias adoptadas pela humanidade na fabricação de artefatos e, por essa razão, fornece-nos um quadro de análise mais completo. O utilizador em sua casa, tal como na condição do caçador-recolector e das sociedades pré-industriais, não dispõe dos meios técnicos nem dos conhecimentos científicos exigidos pela complexa rede de processos de fabricação, capazes de transformar matérias-primas em produtos industriais acabados. No mundo de hoje, a adaptabilidade dos media tangíveis posiciona o utilizador e a sua casa, numa condição semelhante à do Homem das sociedades pré-industriais diante da natureza, como uma fonte de oportunidades e de recursos para a fabricação de artefactos.

Segundo Hilpinen (2011), um objecto singular, que é um caso particular de artefactos, é geralmente constituído por um ou mais objectos pré-existentes, através de sucessivas modificações intencionais (s.3). Oswalt (1973) desenvolveu uma teoria com o objectivo de organizar os vários tipos de artefacto, através do critério do modo como são produzidos. As quatro categorias que Oswalt propõe correspondem, do ponto de vista evolutivo, a quatro etapas de desenvolvimento tecnológico (antes dos últimos 12 mil anos), cujos processos de fabricação são cada vez mais complexos: *naturefacts*, artefactos simples, artefactos compósitos e, por fim, os artefactos complexos (p.168). Esta visão da técnica pressupõe uma certa ideia de progresso, uma vez que cada etapa ou nível tecnológico requer uma mudança na organização política, social e cultural, tornando a civilização mais “avançada” e complexa aos olhos do antropólogo.

A humanidade terá começado por produzir, em primeiro lugar, os *naturefacts*, recolhendo objectos do mundo natural e atribuindo-lhes funções simples, sem as modificar. Numa fase posterior, começámos a produzir artefactos simples a partir da estratégia de *redução* ou *separação*. Este processo já requeria, da parte do Homem, a modificação de uma matéria-prima, geralmente, removendo ou

separando partes de um objecto natural, tornando-o mais especializado e adequado para certas tarefas como as armas. Oswalt (1973) dá como exemplo as pedras e os paus, que poderiam ser “arrancados” das árvores e do solo, e eram posteriormente afiados (p.170). Os artefactos simples caracterizam-se por serem compostos por um único componente, e são obtidos pelo processo de redução de um *naturefact* maior.

O terceiro nível de tecnocultura corresponde ao desenvolvimento de artefactos através da técnica de *composição*. Neste estágio da evolução da técnica, a humanidade produzia objectos de forma acabada, combinando diversas matérias do mundo natural. Para Oswalt (1973), esta etapa constituiu uma revolução sem paralelo na história da técnica; a descoberta do processo de *multiplicação* permitiu que aquela cultura assistisse a grandes mudanças económicas e sociais, como por exemplo, caçar animais de grande porte ou construir estruturas empilhando pedras ou outros objectos que funcionavam como unidades (p.171). O conceito de multiplicação permitiu aos membros de uma cultura imitar as estruturas presentes na natureza, e mais tarde desenvolver o processo de duplicação que está na base do conceito de produção de um grande número de cópias a partir de um original. Foi também neste período que foi descoberto o princípio conjuntivo ou conectivo, essencial para a manufatura de artefactos compostos.

A quarta e última fase da cultura técnica acumula todo o conhecimento tecnológico dos caçadores-recolectores até ao aparecimento da agricultura. Os artefactos produzidos nesta época são complexos e resultam da introdução do conceito da forma. Armas, como o arco-e-flecha são um exemplo acabado deste tipo de artefactos.

Hilpinen (2011) observa que, de acordo com antropologia, existem várias estratégias de criar um novo artefacto: a separação, remodelação e a junção. A separação e a junção correspondem aos conceitos propostos por Oswalt. A remodelação, por sua vez, é um termo proposto por Beck (1980, citado em Hilipinen, 2011, s.3) e que designa o processo de criação de um novo artefacto modificando a sua estrutura ou a sua forma, sem contudo separar componentes.

No estudo da adaptabilidade dos media tangíveis, não faz sentido falar em *naturalfacts*, uma vez que todos os objectos que fazem parte do ambiente doméstico são artefactos, na esmagadora maioria dos casos, objectos industriais.

Apesar das diferenças óbvias entre o objecto de estudo da antropologia e o design de interação, podemos concluir que existem vários aspectos em comum nos dois cenários, e a partir dessas semelhanças achamos ser possível criar um quadro de análise inspirado no enquadramento da antropologia. O que têm em comum os *naturalfacts*, para o caçador-recolector, e os objectos contemporâneos presentes nas casas, para o utilizador da adaptabilidade? Em ambos os casos tratam-se, por um lado, de objectos “ambientais”, ou seja, objectos colocados à disposição pela natureza ou presentes no ambiente doméstico, e que podem ser livremente usados. Por outro lado, do ponto de vista do sujeito, nem os *naturalfacts*, nem os objectos presentes no ambiente doméstico são da sua autoria.

Inspirando-nos nas técnicas de fabricação de artefactos apresentadas pela antropologia, no âmbito do estudo da evolução da técnica pré-histórica, propomos um quadro de análise, esquematizado na tabela 4, para classificar o processo de construção dos artefactos no ambiente doméstico.

Quadro 4: Análise das estratégias de construção do artefacto adaptável

Processo de criação			
Conversão	Original		
Um objecto simples convertido num novo artefacto	Objecto original criado a partir de matérias simples	Simple	morfologia
Objecto que resulta da combinação de outros objectos convertidos e/ou construídos de raiz		Compósito	

Na horizontal (em cima), temos uma categorização quanto ao processo de

criação, e na vertical (do lado direito) classificamos os artefactos de acordo com a sua morfologia ou estrutura.

A classificação da morfologia subdivide os artefactos de acordo com o número de componentes de que são constituídos. A estrutura do objecto resulta da sua estratégia de fabrico, e que de acordo com o contributo da antropologia, podem ser por separação, remodelação ou composição. Os artefactos simples, ou singulares, são formados por um único artefacto obtido por separação ou, alternativamente, por remodelação.

O segundo critério, através do qual podemos classificar os artefactos, diz respeito à autoria dos elementos que o compõem. Caso o utilizador adapte um artefacto a partir de outros já existentes e disponíveis no ambiente doméstico, estamos perante um processo de conversão. Por outro lado, se o utilizador, a partir de materiais de construção, como são exemplo o papel, a madeira, metais ou vidros, fabricar um novo objecto de raiz, designamos um artefacto original, enfatizando a autoria do processo de fabricação. Esta distinção é de maior importância para a compreensão das diversas dimensões do problema da adaptabilidade. Um objecto construído de raiz, por ser ainda novo não tem uma biografia, no sentido sociológico do termo, quando comparado, por exemplo, com outros objectos existentes no ambiente doméstico. Estes últimos, já fazem parte da “história” da casa, desempenham geralmente uma ou mais funções “naturais”, participam de actividades quotidianas e a sua propriedade já se encontra, provavelmente, estabilizada. Um novo artefacto, pelo contrário, teria de procurar o seu lugar e de afirmar o seu papel no quotidiano do ambiente doméstico.

O facto de o processo de adaptação incidir sobre um objecto novo, cria a oportunidade de se conceber à partida, uma estratégia de manuseamento que elimine, ou diminua, o risco de surgirem conflitos de mapping resultantes dos gestos que controlam as propriedades e funções digitais e as funções do objecto no mundo físico. O risco de existirem estes conflitos é maior para o caso dos artefactos que são convertidos a partir de objectos já existentes no ambiente doméstico, uma vez que estes últimos, já contêm um modelo mental de utilização.

1.6 Avaliação do modelo ATA

Os testes experimentais realizados no ambiente doméstico servirão de base para aferir um conjunto de variáveis do nosso objecto de estudo e, em especial, das propriedades do modelo conceptual ATA. Uma parte importante do estudo empírico consiste no processo de avaliação destes testes, e por essa razão, temos de decompor as variáveis e dimensões do nosso problema num conjunto de indicadores empíricos.

1.5.1 Avaliação do processo de design e do modelo mental

A adaptabilidade tem início com o processo de design de um artefacto, que é uma importante variável do nosso objecto de estudo. Esta variável subdivide-se em quatro dimensões ou propriedades: a motivação, os factores condicionantes, o processo de fabrico e o modelo mental concebido pelo utilizador para o artefacto. Para as compreendermos necessitamos de identificar o modo como cada uma delas se manifesta no mundo real, ou seja, temos de decompor as várias dimensões do problema num conjunto de indicadores empíricos, que servirão de base para avaliar os testes experimentais realizados no ambiente doméstico. As dimensões e respectivos indicadores empíricos da variável do processo de design está esquematizado no quadro 5.

Quadro 5: Dimensões e indicadores do processo de design

Dimensão	Indicador empírico	observações
Motivação	Funcionalidades inexistentes	A tecnologia pretendida não se encontra disponível no ambiente doméstico.
	Funcionalidades insuficientes	O utilizador deseja aprofundar ou completar funcionalidades de serviços digitais presentes no ambiente doméstico.
	Composição de funções digitais	Novo serviço constituído por agregação ou combinação de várias funcionalidades existentes (ou não) no ambiente doméstico.
	Novo contexto de utilização	O utilizador procura novos contextos para funcionalidade e serviços já existentes presentes (ou não) no ambiente doméstico.

Condicionantes (sistema)	Limitações físicas do sistema	Características da etiqueta electrónica como o peso, a volumetria, o volume máximo do som , etc, são limitados ou inapropriados.
	Funcionalidades digitais do sistema limitadas	O sistema (ATA) não dispõe dos serviços digitais pretendidos pelo utilizador, ou certas funcionalidades são inexistentes ou incompletas.
	Sistema difícil de personalizar	A interface gráfica ou o modelo conceptual do módulo de <i>backoffice</i> do sistema ATA, no qual o utilizador configura o objecto, é confusa ou difícil de usar.
Fabrico	Processo de criação	Se o artefacto é construído de raiz, ou contrariamente, se foi convertido a partir de objecto(s) já existente(s)
	Morfologia	Como é constituído fisicamente o artefacto.
	Recursos e competências	Os recursos e as competências necessários ao processo de adaptação. Qual o investimento, a nível pessoal, que o utilizador dedicou? Que pessoas envolveu no processo.
Modelo mental	Uso pretendido	Como se espera que venha a ser usado. Cenários de utilização. O quê, quando, como, com quem e onde?
	Funcionalidades digitais	Quais os serviços e funcionalidades do mundo digital que se pretende incorporar no objecto ?
	Funcionalidades físicas	Descrição subjectiva das funções do objecto físico.
	Manuseamento do objecto	Gestos associados às funções digitais e a sua relação com o manuseamento “natural” do objecto

A motivação do participante nos testes experimentais deve ser analisada com alguma reserva. Os participantes são convidados pela equipa de investigação a conhecerem o sistema ATA, para através dele conceberem e adaptarem artefactos no seu ambiente doméstico. A premissa subjacente ao teste experimental é a de que a motivação do participante parte de um evento estranho, ou externo, ao curso de acontecimentos que compõem o quotidiano da sua vida pessoal. Por esse motivo, é crucial que a equipa de investigação compreenda se este primeiro momento é recebido com abertura pelo participante acolhendo-a como uma oportunidade ou, alternativamente, o participante encara a tecnologia ATA como uma imposição. A entrevista realizada aos candidatos, durante a planificação do trabalho de campo servindo de base para seleccionar os participantes, é o momento ideal para a equipa de investigação procurar avaliar o modo como é acolhida a tecnologia ATA. Devemos estar conscientes, contudo, que a eliminação

dos candidatos que manifestem reservas à realização do estudo, e a selecção de apenas os candidatos que demonstram um entusiasmo inicial, minimiza, mas não elimina, o carácter externo do teste experimental.

A adaptabilidade pode ser considerada pelo participante do estudo como uma oportunidade para construir e controlar uma tecnologia pensada e adaptada à particularidade do seu quotidiano pessoal. A avaliação da motivação do participante centra-se em quatro indicadores empíricos, sendo que os três primeiros estão relacionados com a tecnologia e os serviços digitais presentes no ambiente doméstico. Comparando com as funcionalidades presentes no modelo mental do artefacto, podemos constatar que o participante incorporou funções, ou objectos digitais presentes no ambiente doméstico. Cruzando estes dados com a informação qualitativa obtida na entrevista final, podemos concluir se o participante pretendeu, ou não, aprofundar ou completar essas funcionalidades.

Outro indicador empírico que poderá esclarecer a dimensão da motivação, consiste em identificar qual o contexto de interação pretendido. Algumas serviços digitais podem estar presentes no ambiente doméstico, mas devido às propriedades físicas e sociais associados ao dispositivo tecnológico que os fornece os contextos de interação são limitados. Por exemplo, o serviço de Email pode já se encontrar disponível na casa do participante e ser acedido regularmente através de um computador. Contudo, se um determinado objecto físico, através da tecnologia ATA, for incorporado com a funcionalidade de notificação de Email, ficam disponíveis novos contextos de uso devido ao facto de o objecto físico adaptado, ao invés o computador pessoal, ser facilmente transportável para várias divisões da casa.

Outra dimensão da variável do design são os factores que condicionam a adaptabilidade e que pode ser de natureza variada, como vimos no ponto II.1.4. Por uma questão de comodidade, integraremos alguns destes factores noutras dimensões, designadamente no modelo mental e no fabrico, focando-nos exclusivamente nos aspectos do sistema ATA. Deste modo, os indicadores empíricos estão associados às dificuldades sentidas pelo participante durante o processo de design que resultem de limitações do sistema ATA, ao nível físico da

adaptabilidade, fruto da corporeidade da etiqueta electrónica, e ao nível da interface de personalização e das funcionalidades digitais disponibilizadas pelo sistema.

Os indicadores empíricos que descrevem a variabilidade do processo de fabrico resultam do enquadramento proposto no ponto II.1.5. A avaliação da estratégia de fabrico – por conversão ou criação – é da maior importância para complementar os indicadores empíricos relacionados com o modelo mental, pois indicam-nos se o artefacto já continha um modelo mental anterior ao processo de adaptação, no caso da conversão.

Os recursos e competências envolvidas no processo de design são outra fonte rica de informação para a descrição deste processo. Será objecto de análise os materiais usados e as competências postas em jogo pelo participante ou por outros membros do ambiente doméstico. O artefacto pode ser construído/convertido em colaboração com outros elementos membros ou, alternativamente, de forma solitária. Uma outra vertente empírica deste indicador consiste em saber se o protagonista do processo de design adquiriu novas competências, por exemplo técnicas, com o objectivo dar resposta à produção do artefacto em questão.

Finalmente, a descrição empírica do modelo mental para o artefacto criado pelo participante no decurso do processo de design, divide-se em quatro grupos de indicadores. A descrição do uso pretendido para o artefacto tem por objectivo, através do questionário e da observação natural, responder às seguintes questões: Como o espera participante que o artefacto venha a ser usado? Nomeadamente, quais as expectativas do participante relativamente ao uso do artefacto. A descrição destas actividades apenas ficará completa quando forem detalhados vários aspectos, como o momento em que estas actividades ocorrem, ou os participantes que nela intervêm.

As funcionalidades digitais incorporadas no artefacto, obtidas através da análise do datalog, são outro indicador do processo de design. Porém, caso o artefacto acumule também outras funções no mundo físico, elas terão de ser identificadas pelo participante, através da entrevista e da observação natural.

O último grupo de indicadores prende-se com a análise do mapeamento dos

gestos atribuídos às respectivas funcionalidades digitais, e de que forma elas se adequam, ou são consistentes, com o manuseamento “natural” do artefacto no mundo físico.

1.5.2 Avaliação do uso efectivo

A par do design, outra variável nuclear do objecto de estudo da adaptabilidade é o uso efectivo dado ao artefacto. Dividimos conceptualmente a variabilidade do uso em duas dimensões ou propriedades: o contexto de interação directamente relacionado com o uso do artefacto, e o impacto que este tem, ainda que indirectamente, na vida quotidiana do ambiente doméstico. Os respectivos indicadores estão listados esquematicamente no quadro 6.

O uso de uma tecnologia manifesta-se empiricamente através de indicadores quantitativos, tais como a frequência de uso, os espaços físicos da casa em que foi usada, ou a identificação dos seus utilizadores. Os indicadores de natureza qualitativa, ao contrário dos anteriores, são mais difíceis de recolher e classificar, mas em compensação o seu valor é inestimável, graças ao seu poder descritivo.

Quadro 6: Dimensões e indicadores empíricos relativos ao uso do artefacto

Dimensão	Indicador empírico	observações
Contexto de uso	Actividades	As actividades (lazer, trabalho, utilitárias) e tarefas associadas ao uso do artefacto
	Disposições físicas	Em que espaços, e sub-espços, da casa o artefacto foi usado ?
	Utilizadores do artefacto	Quem usou o artefacto ?
	Frequência do uso	O artefacto foi efectivamente usado? Com que frequência?
	Modo de funcionamento efectivo	Qual a finalidade efectivamente dada ao artefacto ?
Impacto no quotidiano	Alteração de actividades	Novas actividades ou mudanças nas já existentes.
	Alteração do uso de outras tecnologias	O novo artefacto alterou a frequência, ou o modo, como que as outras tecnologias são usadas no ambiente doméstico como consequência da sua introdução.

O contexto de uso assemelha-se aos indicadores empíricos do modelo mental, mas neste caso, inside sobre o uso efectivo e não sobre o uso pretendido para o artefacto. Um indicador muito importante são actividades que os membros do ambiente doméstico realizam através do artefacto adaptado, o qual deverá ser articulado com a informação relativa acerca do local e dos membros que participaram na actividade.

Por sua vez, o modo de funcionamento do artefacto procura dar a conhecer a finalidade que os membros do ambiente doméstico efectivamente deram ao objecto. O objectivo é averiguar se realizou um uso não previsto no modelo mental, comparando-o com o uso previsto inicialmente na etapa do design.

A segunda dimensão traduz-se no impacto que a introdução e a utilização do artefacto produz nas restantes actividades, ou no uso de outras tecnologias, do quotidiano do ambiente doméstico. É analisado o modo como hipoteticamente o uso do artefacto se relaciona, ou se combina, com a utilização de outras tecnologias ou objecto físicos. O artefacto adaptado pode ser utilizado de modo complementar às funcionalidades presentes noutras tecnologias, ou até mesmo substituir o seu uso por completo. Em todo o caso, o uso do artefacto, apesar de não estar directamente relacionado com outras tecnologias presentes no ambiente doméstico, pode afectar a frequência com que são usadas.

1.5.3 Avaliação do modelo conceptual

O modelo conceptual ATA, discutido ao longo do presente capítulo, propõe que o fenómeno da adaptabilidade dos MediaTangíveis seja enquadrado e descrito por duas propriedades: o mecanismo da invisibilização da interface, que conduz à unificação da esfera intersubjectiva, e o conceito de modelo mental dinâmico.

Na primeira, a noção de que os planos intersubjectivos do design e do uso se misturam sob o signo da adaptabilidade, sugere a verificação de certos indícios no mundo empírico. Validar este mecanismo é um exercício que apresenta sérias

dificuldades, o que nos leva a considerá-lo mais como um axioma do que propriamente como uma variável do nosso estudo. Se considerássemos a unificação dos planos intersubjectivos como uma variável do estudo da adaptabilidade dos media tangíveis, corríamos o sério risco de cair na armadilha epistemológica do falsificacionismo. Como mostra Popper (1956), as proposições teóricas para serem consistentes com a própria ideia de ciência, terão de ser passíveis de refutação. Considerá-la como uma variável pode excluir do nosso modelo conceptual os *falsificadores potenciais*, em particular os de segunda ordem (p.21, 197) , tornando-a impossível de a verificar empiricamente.

Um artefacto convencional, como já referimos, distingue-se de um artefacto adaptado pelo facto de ser desenhado e concebido por um autor diferente daquele que o irá usar. Um primeiro indício da unificação dos dois planos intersubjectivos, traduzir-se-ia no facto de o participante incorporar no modelo mental de funcionamento do artefacto carecterísticas que resultem da singularidade do seu quotidiano. Nesse caso, o sistema de expectativas que o sujeito põe em jogo durante o processo de design coincidem com as suas enquanto utilizador. O sujeito “desenha para si próprio”. Deste modo, quando se verifica que um artefacto possui no seu modelo mental características únicas, que de algum modo o impedem de poder ser usado num local genérico, que não o ambiente doméstico do participante, é um forte indicador da unificação dos planos intersubjectivos. Todavia, nada podemos concluir através do seu contrário. Se um artefacto apresenta um modelo mental “genérico”, esse facto por si só, não significa que o autor não o tenha concebido tendo em mente o seu mundo quotidiano em particular.

O modo como o artefacto é fabricado, interpretado de modo isolado, é também um indicador que não nos permite chegar definitivamente a uma conclusão. Por exemplo, caso o participante tenha fabricado um artefacto inteiramente novo a partir de matérias-primas, pode significar simplesmente que o artefacto que ele têm em mente não existe disponível no mercado, daí a necessidade de o fabricar.

Por tudo isto, em nossa opinião, a unificação dos planos intersubjectivos é já uma condição do fenómeno da adaptabilidade, e o estudo empírico desde o

primeiro momento pressupõe a direcionalidade para o mecanismo da adaptabilidade.

A avaliação do modelo mental dinâmico

A segunda proposição do modelo, a noção de modelo mental dinâmico, pode ser testada empiricamente. Convém referir que um ambiente de interação, como demonstra a teoria sociológica da domesticação da tecnologia, é sempre dinâmica por natureza. Quando nos referimos ao facto do modelo mental ser dinâmico, falamos essencialmente da possibilidade dos artefactos sujeitos à acção do mecanismo da adaptabilidade, por um lado, produzirem efeitos no ambiente de interação, e por outro, as suas funcionalidades digitais ou físicas mudarem face ao dinamismo e contingência da vida quotidiana que, precisamente, caracteriza o ambiente doméstico. Deste modo, o membro do ambiente de interação, possuindo um controle sobre o design e o modo de funcionamento do artefacto, ele reajusta o modelo mental. Como explica a teoria da domesticação, uma tecnologia ou o um artefacto já possui um modelo mental, o qual é externo relativamente ao utilizador. Quando estes últimos artefactos ou tecnologias são objectos de adaptação, o processo enfatiza o fosso que separa a esfera do modelo conceptual do design e modelo mental do utilizador. Na adaptabilidade dos media tangíveis, porém, o resultado da adaptação é incorporado no próprio modelo conceptual do objecto. Trata-se de um processo de reajustamento continuado no tempo. A adaptabilidade é a expressão material da natureza dinâmica do ambiente de interação doméstico.

Vários indicadores empíricos têm que ser combinados para explicar este processo. Em primeiro lugar, o objecto adaptado tem de produzir efeitos materiais no ambiente doméstico, quer seja ao nível das actividades do quotidiano, quer ao nível da modificação dos padrões de uso de outras tecnologias. Em segundo lugar, têm de se verificar um uso expressivo do artefacto adaptado, caso contrário, o modelo mental concebido pelo utilizador, por um motivo que é importante determinar, não foi adequado. Caso o artefacto não tenha sido usado,

admitidos que o próprio processo da adaptabilidade falhou.

Outro indicador importante para aferir da qualidade dinâmica do modelo mental, é o modo como o objecto é sujeito a sucessivas readaptações, quer ao nível das funcionalidades digitais, quer ao nível das suas propriedades físicas. Aqui, importa averiguar a que se deveu o processo de readaptação. Pode dever-se a motivos que se prendem com a exploração do modelo mental, como nos casos em que o participante testa o artefacto com o objectivo e aproximar o uso pretendido e do uso efectivo. Ou pode ter origem na mudança ou alterações nas actividades do ambiente doméstico, as quais suscitam um novo processo de adaptação.

Capítulo 2. Desenvolvimento da tecnologia ATA.

Neste capítulo, iremos descrever o sistema ATA ao nível das funcionalidades e do seu modo de funcionamento, e dar também conta do processo de especificação, desenvolvimento a implementação tecnológica.

Este projecto de investigação tinha, desde o seu início, como um dos maiores e mais importantes objectivos, o desenvolvimento de uma aplicação totalmente funcional que pudesse vir a servir de base para a realização do estudo empírico. A história da sua evolução foi longa, tendo surgindo dificuldades e desafios que, com algum esforço, foram sendo superados.

2.1 Design Funcional

Um dos primeiros passos que a disciplina do Design de Interação adopta no processo de transformação de uma ideia original num novo artefacto ou

tecnologia, consiste na recolha de informação, junto de potenciais utilizadores, com o objectivo de identificar as necessidades e aspirações que estes têm quando desenvolvem actividades relacionadas com a tecnologia em causa. Na óptica do design centrado no utilizador, a equipa de design deverá recriar cenários exploratórios de uso da tecnologia, tentando indentificar quais as funcionalidades que deverão estar presentes no produto final. Mais do que um “receita” rígida e prescritiva das funcionalidades e dos modos de operarar, esta fase preliminar da análise de requisitos funcionais pretende auscultar a relação do utilizador e do ambiente de interação com a tecnologia (Preece, Roger e Sharp, 2002, p. 204). Os autores mencionados sumarizam e comparam as várias técnicas de recolha de informação, (p. 214), nomeadamente: os questionários; as entrevistas; *focus groups*; *workshops*; a observação naturalista e o estudo documental.

A antecâmara do sistema ATA teve início com o desenvolvimento de um protótipo funcional que permitiu ao investigador, a partir de uma análise crítica, definir os contornos gerais dos requisitos funcionais para a aplicação final. Tratou-se de uma primeira tentativa, um ponto de partida, para implementar mecanismos adaptáveis numa interface tangível.

2.1.1 Reprodutor de Media Tangível (RMT)

O RMT é um projecto que corporiza uma estratégia, tendo como princípio recuperar a relação física do utilizador com os objectos materiais, partindo da ideia de associar objectos tangíveis a conteúdos digitais, tais como sons, texto, imagens e vídeos. Na figura II.5 são ilustrados as várias tipologias de objectos que foram testados no protótipo desenvolvido. Os fiduciais, ou etiquetas visuais, são integradas no objecto de forma a permitir ao sistema reconhecer e reproduzir os conteúdos multimédia associados. A flexibilidade auferida pela utilização dos fiduciais possibilita a sua integração numa uma extensa variedade de objectos, desde que estes possuam uma pequena superfície plana.

O sistema consiste numa aplicação informática que corre num computador pessoal em ambiente *Windows*. Na presença de objectos codificados visualmente foram implementadas várias funções presentes nos tradicionais Media Player. Deste modo, procurou-se criar a ilusão de que são os próprios objectos físicos a possuir os conteúdos multimédia. Quando na verdade as etiquetas visuais apenas associam cada objecto a uma chave de descodificação, reconhecida pela aplicação que corre no computador. O utilizador escolhe livremente quais os objectos nos quais pretende incorporar as funções digitais, imprimindo e colando os marcadores visuais.

Para além de os objectos físicos representarem informação digital, são também usados para controlarem interactivamente determinadas funções do sistema, como por exemplo, a acção de ajustar o volume, ou avançar o item em reprodução de uma *playlist* de conteúdos.



Figura II.5 - Reprodutor de Media Tangível. Objectos físicos que representam informação digital ou que controlam funções lógicas. A) As peças de LEGO(TM) quando agrupadas funcionam como uma playlist musical. B) Os fiduciais ou etiquetas visuais podem ser combinadas com outras fontes de informação do mundo quotidiano tais como cadernos ou livros. C) e d) ilustram dois objectos do mundo físico a que foram associados conteúdos multimédia.

Deste modo, os objectos adaptados pelo utilizador tanto podem ser uma representação da informação digital, como também um mecanismo para a controlar. O modo de funcionamento do TMP consiste em aproximar o objecto tangível da *webcam* acoplada no computador e, num espaço de tempo curto, inferior a 1 segundo, os conteúdos multimédia são apresentados e reproduzidos no ecrã. A figura II.2 esquematiza o modo de funcionamento. Cada objecto possui na sua superfície uma imagem bidimensional a preto e branco, denominado fiducial ou etiqueta visual. Cada fiducial é único na medida em que corresponde apenas a um único conteúdo multimédia. O que não invalida que vários objectos possam ter associados o mesmo fiducial, representando o mesmo conteúdo multimédia.

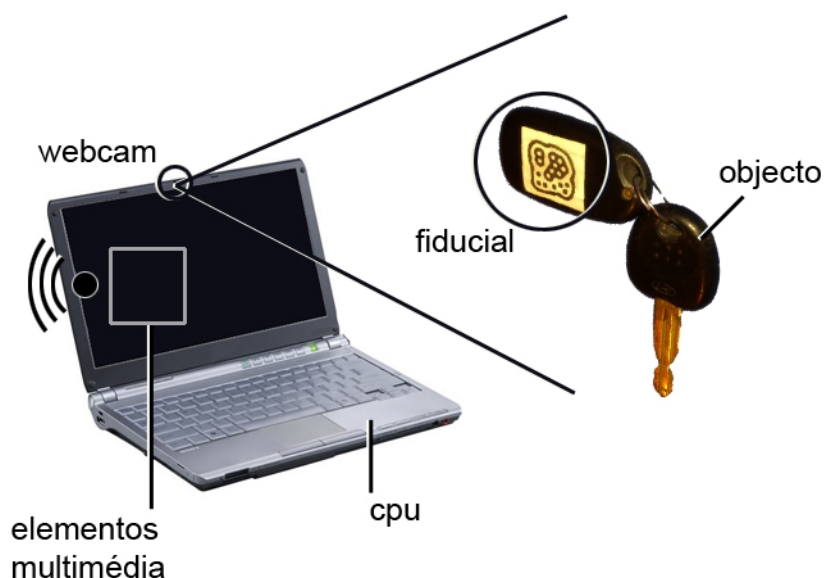


Figura II.6 - modo de funcionamento do RMT. A aproximação do objecto à webcam permite que o sistema o reconheça reproduza um elemento ou conteúdo multimédia.

O diagrama de blocos na figura II.7 descreve a relação entre os dois módulos nos quais a aplicação se estrutura. O módulo de reconhecimento dos fiduciais consiste na aplicação *open-source* reacTIVision (Kaltenbrunner e Bencina, 2007), tecnologia que está na base de importantes projectos de mesas *multitouch*, cujo

exemplo mais conhecido é o da ReatTable⁷⁹ (Jordà, Geiger, Alonso e Kaltenbrunner, 2007).

O sistema reconhece a presença dos fiduciais na imagem vídeo e estima a sua pose (*Pose Estimation*). Algoritmos de visão por computador correlacionam⁸⁰, em tempo real, a imagem proveniente da câmara com as imagens dos fiduciais que são previamente conhecidas pelo sistema. Deste modo, o módulo difunde na rede através de um protocolo proprietário denominado por TUIO (sobre a camada UDP). Comunica a presença, a posição e a orientação dos fiduciais a todas as aplicações que estejam ligadas via *sockets* ao endereço de rede pré-estabelecido.

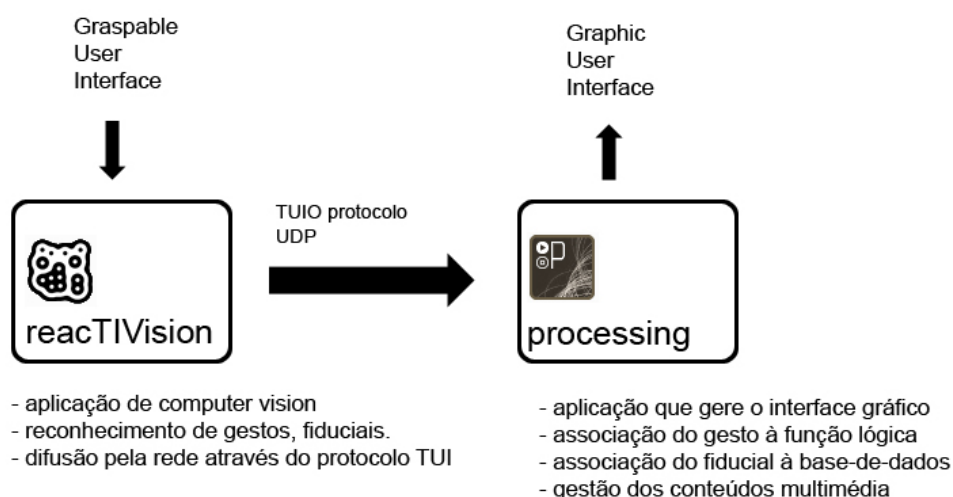


Figura II.7 - Diagrama de blocos RMT.

A aplicação, que tem por objectivo implementar as funcionalidades do reprodutor de media musical, foi desenvolvida na plataforma open-source Processing.org, e quando se encontra em execução, recebe os dados provenientes do módulo reacTIVision e coordena a reprodução dos respectivos

⁷⁹ A reactTable é um ambiente colaborativo (que envolve interfaces tangíveis) de composição musical em tempo real que se desenrola sobre uma mesa *multitouch*. O *software open source* reacTIVision é desenvolvido e mantido pelo grupo de investigação *Music Technology Group*, na *Universitat Pompeu Fabra* em Barcelona.

⁸⁰ A correlação de uma pequena imagem bidimensional (*visual template*) com uma imagem de maior dimensão é conhecida por *Template matching*. Este algoritmo de *visão por computador* devolve as coordenadas da localização do *template*, no sistema de coordenadas da imagem sujeita ao teste. O sistema, por sua vez, conhecendo a posição do *template* executa o algoritmo *Pose Estimation* responsável por determinar, com base na análise da perspectiva geométrica produzida pela objectiva, a orientação e a localização tridimensional do objecto face à câmara.

conteúdos.

A interface da aplicação baseia-se na metáfora gráfica dos GUI e implementa as principais funcionalidades presentes num *Media Player* tradicional. Estamos, pois, na presença de um sistema híbrido, que complementa o modo de interacção convencional com o modelo mental dos media tangíveis.



Figura II.8 - Interface gráfica do RMT. Exemplo da reprodução de um conteúdo multimédia, neste caso, a faixa de um álbum musical.

Os objectos físicos, além de representarem conteúdos multimédia digitais, também incorporam funções lógicas que podem ser usadas simultaneamente num cenário de interacção. Alguns fiduciais associam o controle de determinadas funcionalidades (como por exemplo o controlo do volume ou funções de navegação) a acções de natureza física, tal como a translação e a rotação. No exemplo da figura 7, o utilizador controla a intensidade do volume de um tema musical rodando um objecto físico. Ao mesmo tempo, o GUI do volume no interface gráfico do RMT roda também em conformidade.

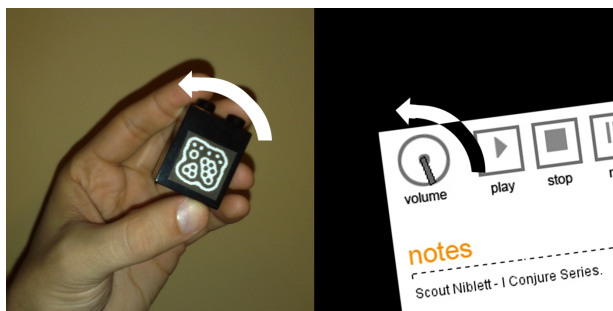


Figura II.9 – controle de função lógica do volume.
O movimento de rotação de um objecto especial controla o aspecto gráfico do respectivo GUI na interface do Player e a função do volume.

A ideia subjacente é a tentar criar a ilusão, no utilizador, de que é o objecto físico que possui a propriedade do controle da função lógica. Outras funções lógicas, tais como as operações de reprodução, pausa, avançar, retroceder e gestão dos itens na *playlist* foram igualmente implementadas no protótipo.

Space multiplexed

Ao contrário do rato nos sistemas informáticos convencionais baseados nos GUIs (e também dos reprodutores TUIs baseados noutras tecnologias de identificação, como o RFID), os objectos tangíveis viabilizam um conjunto, não concorrencial, de acções simultâneas no plano onde decorre a interacção. O sistema rato-cursor é denominado como um processo de *time multiplexed input*. O utilizador empreende um conjunto de tarefas que obrigatoriamente são temporalmente sequenciais (por exemplo, não podemos clicar em dois GUIs ao mesmo tempo). No caso do protótipo TMP que beneficia da modalidade de interacção *space multiplexed input*, é permitido ao utilizador combinar em simultâneo várias tarefas e conteúdos, dispondo de vários fiduciais no mesmo objecto ou apresentando vários objectos ao sistema (uma *playlist* com a indicação do volume que deverá ser reproduzido), como é ilustrado na figura II.5.A.

Visibilidade

O reconhecimento dos objectos físicos, pelos algoritmos de visão por computador, introduzem uma certa latência temporal, e até alguma imponderabilidade no próprio reconhecimento devido aos factores ambientais, como as condições de iluminação e do hardware, condições essas que o sistema não pode antever. Por essa razão, a comunicação do movimento e da presença que codificam as intenções do utilizador deve ser realizada de forma inequívoca e prioritária garantido a coerência entre o plano da interface gráfica do TMP e cenário físico (onde se manifestam tais intenções). No protótipo, estão presentes algumas funcionalidades que garantem o *feedback*. Em primeiro lugar, sempre que o sistema detecta a presença de um objecto físico que representa um conteúdo multimédia, a sua prioridade é transmitir um sinal simultaneamente no canal auditivo e visual. Esta estratégia garante que o utilizador se dê conta que o sistema reconheceu o objecto, independentemente de esse mesmo objecto ter ou não algum conteúdo associado.

O objecto físico, na ausência da interface gráfica que corre no computador pessoal, consegue ainda sustentar a interacção na medida em que ele próprio representa e comunica informação acerca do estado do sistema.

Mapping

A disposição dos elementos gráficos na *interface* deve ser coerente com as acções motoras nos dispositivos de entrada. Numa análise ao protótipo RMT verificamos que a maior fragilidade se encontra no controle das funções lógicas da gestão da *playlist*, que não têm uma representação directa na interface gráfica.

No entanto, a aplicação deste princípio no controlo do volume garantiu a coerência entre o movimento de rotação que o utilizador leva a cabo no objecto tangível (GSUI) e o movimento do ponteiro no ícone gráfico do volume (GUI).

Avaliação crítica

Após a realização de testes informais com vários colegas do investigador, concluiu-se que o modelo conceptual da aplicação, devido a uma arquitectura de sistema inadequada, sofre de importantes limitações quando aplicado ao contexto da adaptabilidade. Não se tratam das limitações sentidas ao nível da reduzida discricionariedade do campo de aplicação, como por exemplo o facto do RMT apenas reproduzir albuns musicais e não qualquer outro tipo de Media. Nesta fase do estudo, procurava-se através deste protótipo funcional testar um modo de interação, focando a aplicação apenas numa actividade - ouvir música - e desse modo evitar perder tempo de desenvolvimento num sistema de baixa fidelidade. Por outro lado, qualquer sistema adaptável que aspire vir a ser usado de modo discricionário teria, necessariamente, de possuir uma arquitectura de sistema escalonável, concebida com uma natureza modular que permitisse acrescentar novas funções digitais.

A observação naturalista, e a troca de impressões com os vários participantes, tornou mais clara as várias limitações do protótipo ao nível do seu modelo mental de funcionamento. Em primeiro lugar, o sistema para funcionar está dependente do computador do utilizador, devido à exigência do uso da câmara para reconhecimento dos gestos e dos objectos. O computador pessoal transforma-se num local fixo onde a interação, obrigatoriamente, deverá ter lugar. Este facto torna desnecessário o uso dos objectos físicos para activar as funções digitais, já que o utilizador, estando diante do computador, poderia simplesmente usar para este efeito uma aplicação convencional.

Mesmo que o utilizador recorresse a um computador dedicado (*player*) para correr o sistema RMT, a tecnologia de reconhecimento dos gestos baseada na visão por computador, impõe que o local de interação seja único e fixo. Ou seja, sempre que o utilizador quisesse realizar uma acção com um ou mais objectos físicos teria de se deslocar ao local onde está instalado o *player*. Usando a terminologia proposta por Milgrami e Kishino (1994), e a subsequente análise

tridimensional dos mundos virtuais representado na figura I.9, esta imposição diz respeito ao eixo *extend of reality metaphor*, que mede o nível de mediação que o sistema interpõe entre o utilizador e o mundo. Neste caso, o nível de mediação do sistema baseado em visão por computador é elevado, na medida em que cria uma ruptura ao nível do contexto de interação, pelo facto de o utilizador ter de se deslocar fisicamente para o interior do campo de visão da câmara, interrompendo a actividade do quotidiano que decorre nesse momento.

Uma forma de ultrapassar esta limitação seria distribuir ao longo do ambiente doméstico vários *players*, procurando abranger no campo de visão das respectivas câmaras a totalidade do espaço físico onde decorrem as principais actividades dos quotidiano. Contudo, esta solução elevaria os custos de instalação para níveis insuportáveis e tornaria o sistema demasiado complexo.

Ao nível de outros factores relacionados com o desempenho, a visão por computador apresenta também algumas limitações. A latência associada à tecnologia do vídeo e a sua reduzida frequência de amostragem, tipicamente na ordem dos 30hz, torna difícil o reconhecimento de gestos em tempo real e a implementação de uma interação que se deseja fluída. Por fim, há que salientar o facto do desempenho se degradar significativamente com baixos níveis de luminosidade. Assim, as actividades em que a tecnologia baseada na visão por computador estivesse envolvida, requereriam um ambiente adequadamente iluminado, facto que iria condicionar as actividades em causas.

2.1.2 Requisitos funcionais

O sistema ATA, deverá ser capaz de reconhecer, em tempo real, os gestos empreendidos pelo utilizador nos mais variados objectos físicos do quotidiano. E deverá conseguir fazê-lo minimizando a interferência, causada pelo aparato tecnológico necessário ao seu funcionamento, no processo de adaptabilidade. Estas duas características formam os pilares do sistema de *input* exigidos por uma interface tangível adaptável. Como os objectos não são previamente

conhecidos pelo sistema, contrariamente ao que acontece com a esmagadora maioria dos sistemas tangíveis, os quais usam objectos físicos especializados, o reconhecimento gestual deverá compreender um leque variado de movimentos de modo a abranger um vasto número de cenários e tipologias de objectos. Por sua vez, a aplicação deverá permitir, através de um *backoffice* de personalização, ao utilizador associar livremente os gestos às funções digitais que o objecto físico representa ou controla. Deste modo, o utilizador poderá dinamicamente reformular o tipo de gestos, evitando os conflitos com o gestos relativos ao manuseamento “natural” do objecto.

Como vimos no ponto anterior, a escalabilidade do sistema é um factor crucial: as funções e propriedades digitais disponíveis não deverão ser fixas. A qualquer momento o sistema poderá integrar novos módulos digitais sem que esse facto acarrete longos períodos de desenvolvimento, da parte da equipa de design, ou um complexo conjunto de procedimento para o utilizador.

Não tendo um público alvo definido, prevê-se que o sistema ATA seja usado por um conjunto extenso de utilizadores, em termos de género, idade ou ao nível da frequência do uso TIC e serviços digitais. Numa fase posterior, após a conclusão do presente trabalho de investigação, espera-se que o sistema ATA possa vir a ser aplicado em contextos cujos utilizadores possuam uma motricidade reduzida ou condicionada. O uso de objectos físicos do quotidiano poderá oferecer uma oportunidade de inclusão a todos aqueles utilizadores que, do ponto de vista da acessibilidade, se encontrem excluídos do mundo digital devido à impossibilidade de interagir física e cognitivamente com as interfaces convencionais, como o rato ou o teclado. Por todas estas razões, o *Backoffice*, no qual o utilizador personaliza os gestos, gere as acções e os eventos do mundo digital, deverá ser fácil de utilizar e exigir da parte do utilizador o mínimo de competências informáticas, privilegiando as metáforas gráficas e evitando o recurso a linguagens como Macros que são mais difíceis de aprender.

O nível de mediação deverá ser o mais aproximado possível da interação com o mundo real, ou seja, o modo de funcionamento do sistema ATA não deverá impor restrições ou rupturas com as actividades do quotidiano. Pelo contrário,

procura-se que o sistema ATA seja perspectivado pelo utilizador como algo invisível, deixando sobressair apenas o objecto físico e as suas novas funcionalidades digitais.

2.2 Design Técnico

Ao longo deste tópico é descrito o processo de desenvolvimento e implementação tecnológica: que desafios foram surgindo durante o processo, como foi planificado, e qual a fundamentação subjacente às decisões de índole técnicas tomadas pela equipa de investigação. Começamos pela análise da tecnologia de reconhecimento de gestos, pela sua importância e capacidade de determinar o modo de funcionamento do sistema ATA, ao nível da sua arquitectura de sistema e do próprio modo de interação do utilizador com os objectos físicos. O código de fonte do sistema, assim como os vários ficheiros e esquemas de produção da etiqueta electrónica, encontra-se disponível no apêndice 9.

2.2.1 Requisitos técnicos

Começamos por analisar o impacto que as várias tecnologias de reconhecimento gestual impõem nas várias dimensões do sistema de interação que se propõe desenvolver.

Das inúmeras tecnologias electrónicas disponíveis para serem aplicadas ao problema do reconhecimento gestual, destacámos as mais adequadas tendo em conta vários factores, tais como a ordem de grandeza dos custos de instalação da tecnologia, ou a possibilidade de instalação no interior de edifícios. Deste modo, eliminámos à partida tecnologias cujo regime de utilização é *Outdoor*, como o GPS, ou tecnologias com elevados custos de instalação subjacentes, quer ao nível financeiro, quer da logística necessária para intervir e adequar o ambiente

doméstico.

Quadro 7: Análise comparativa das tecnologias de reconhecimento gestual

		Visão por computador		RFID		IMU		RTLS
		player fixo	disperso	player fixo	disperso	no utilizador	no objecto	no objecto
Input - gesto	posição	sim	sim	não	não	sim	sim	sim
	orientação	sim	sim	não	não	sim	sim	não
	Acuidade	alta	alta	-	-	Muito alta	Muito alta	baixa 1-2 m
	Tempo-real (HZ)	média ~25hz	média ~25hz	-	-	alta 140hz	alta 140hz	baixa ~10hz
	Latência	alta	alta	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
mediação	Determina o Local	sim	não	sim	médio	não	não	não
	Condiciona o Corpo	não	baixo	não	não	sim	não	sim
	Codiciona o Objecto	sim	sim	baixo	baixo	não	sim	não
outros	Sofisticação do Output	alta	alta	alta	alta	alta	baixa	baixa
	Custo de instalação	baixo	Muito alto	baixo	médio	médio	médio	médio
	Tempo de desenvolvimento	baixo	muito alto	baixo	médio	alto	alto	médio

O quadro 7 sintetiza os resultados da análise comparativa das tecnologias disponíveis para reconhecimento gestual, que são adequadas à implementação no ambiente doméstico. Subdividimos as tecnologias em quatro categorias, as quais são examinadas a partir de três grupos de critérios. São elas a Visão por Computador, a RFID⁸¹, o IMU⁸² e tecnologias de RTLS⁸³.

Nenhuma das tecnologias é perfeita - cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens - por essa razão é oportuno proceder a uma análise comparativa que ajude a fundamentar o processo de tomada de decisão, sobre uma solução que será sempre uma solução de compromisso.

⁸¹ *Radio Frequency Identification*

⁸² *Inertial Measurement Unit*

⁸³ *Real Time Location System*

O primeiro grupo mede o nível de desempenho da tecnologia ao detectar e reconhecer os movimentos do objecto. A capacidade do sistema inferir os gestos depende muito dos graus de liberdade espaciais que a tecnologia consegue medir. Não só o espaço, mas também o tempo, é uma variável importante na caracterização do gesto. Quanto maior for o número de amostras que a tecnologia digitaliza, mais precisa e fina é a caracterização do gesto. Por outro lado, a latência, ou a dessincronização temporal, imposta pela tecnologia entre as acções do mundo real e o processo de digitalização, produz um efeito indesejável que poderá comprometer o sentimento de interação “natural” com o artefacto.

O segundo grupo qualifica o grau de mediação que a tecnologia convoca na relação do utilizador com o mundo das disposições físicas. Tipicamente, um nível elevado de mediação afasta-nos da metáfora do real. Caso a tecnologia imponha restrições ao nível do local de interação, condicione o corpo e as acções do utilizador, ou imponha limitação ao nível do objecto, mais desadequada será a implementação do modelo conceptual ATA.

Finalmente, no último grupo agrupámos alguns critérios que não se enquadram nos dois primeiros, mas que podem ter um papel determinante na escolha da tecnologia. A sofisticação do *Output* refere-se à capacidade dos sistema reproduzir uma variabilidade de media, ou às restrições que impõe ao nível da qualidade de reprodução. Quanto aos custos de instalação, esta rubrica refere-se não apenas ao custo financeiro para adquirir a tecnologia, mas também o nível logístico que é exigido para a operacionalizar e colocar em funcionamento no ambiente doméstico. Por fim, o tempo de desenvolvimento, tal como o nome indica, consiste no tempo que o investigador estima que necessitará para desenvolver e implementar o sistema ATA, através da respectiva tecnologia.

Visão por computador – Marcadores visuais.

A visão por computador refere-se aos algoritmos usados na deteção de elementos visuais, através do processamento em tempo real das imagens de uma câmara de vídeo. Das várias técnicas de *registration* tipicamente produzidas pelos

algoritmos de visão por computador, considerámos apenas aquelas que se inserem na categoria *Template Mathing*, uma vez que a técnica de *Natural Feature Extration*, descrita no capítulo 1 da primeira parte, requer um grande esforço de desenvolvimento, e não são particularmente apropriadas ao contexto da adaptabilidade, contexto esse no qual os objectos físicos que se pretendem reconhecer são desconhecidos à partida.

Assim, quando no quadro 7 referimos a categoria de Visão por Computador, queremos designar o uso de uma câmara de vídeo e de bibliotecas de programação que estimam em tempo real a posição e orientação de marcadores visuais, ou fiduciais. Neste cenário, o utilizador coloca no objecto que pretende transformar num artefacto digital um autocolante com o respectivo fiducial. Ao manusear o objecto, o sistema de visão por computador reconhece o movimento do fiducial, inferindo matematicamente o gesto.

Como já foi referido anteriormente, do ponto de vista do desempenho o processamento de vídeo em tempo real tem associado um conjunto de limitação. O intervalo de tempo que separa o início do evento no mundo real e o seu reconhecimento por parte do sistema é significativo. A latência, subjacente ao processamento do vídeo, é imposta, desde logo, ao nível do *Hardware*. O volume de informação contida em cada frame de vídeo digital tem que ser transferida, tipicamente via USB, para o computador. Este processo não é instantâneo e é agravado nas situações em que o nível de luminosidade é insuficiente, porque neste casos a câmara tenta compensar aumentando o tempo de exposição. Um dos efeitos mais sensíveis da baixa luminosidade é a redução da *framerate*, ou se preferirmos, da frequência da amostragem do vídeo, facto que conduz, subsequentemente, a uma maior latência. O aumento da tempo de exposição de cada *frame* tem, além do aumento da latência e da *framerate*, um impacto negativo na definição da imagem, causando um fenómeno conhecido por *motion blur*. As imagens desfocadas, por sua vez, degradam o desempenho do algoritmo de detecção do fiducial e o sistema torna-se incapaz de processar os gestos.

Ao nível da mediação, como tivemos oportunidade de constatar com a avaliação do protótipo RMT, o sistema baseado no reconhecimento de fiduciais

visuais requer que a interação com o objecto aconteça num espaço pré-determinado, delimitado pelo campo de visão da câmara. Este espaço útil tem a forma e o volume de uma pirâmide. Contudo, a base desta pirâmide ou a região mais afastada da objectiva, devido ao efeito óptico da perspectiva, os objectos possuem uma dimensão aparente muito reduzida dificultando o reconhecimento dos fiduciais por parte do sistema. Deste modo, a utilização da visão por computador requer que os objectos sejam “apresentados” diante da câmara, num espaço muito reduzido.

O nível de mediação é portanto bastante elevado no que diz respeito à imposição de um espaço ou local pré-determinado onde se encontra instalado o sistema que reconhece os gestos e reproduz os conteúdos digitais associados ao objecto. Chamemos a este sistema *player*, o qual designa um modo de interacção que exige a presença física do utilizador e do objecto no local onde o dispositivo está instalado. Deste modo, ou o utilizador interrompe a actividade do quotidiano para se deslocar ao *player*, ou alternativamente, transporta o *player* para o local onde pretende realizar a actividade. Em qualquer um dos casos, trata-se de uma interrupção na vida quotidiana que contraria os objectivos e os princípios de interação do modelo conceptual ATA.

Examinando ainda outros aspectos relacionados com o grau de mediação associado a este tipo de tecnologia, constatamos a exigência do utilizador ter de realizar os gestos no objecto sempre com o fiducial voltado para a câmara. Este facto, somado à exigência do local fixo do *player*, torna a interação gestual pouco pertinente. Uma vez que o utilizador tem de apresentar o objecto ao *player* e realizar um conjunto de gestos relativamente limitados e condicionados, seria mais vantajosa, neste cenário, uma interface gráfica convencional para despoletar ou aceder às funções digitais do objecto.

Finalmente, podemos identificar ainda outra desvantagem: o utilizador, durante o processo de design do artefacto necessita de acoplar ao objecto físico o marcador visual, marcador esse que terá de ficar visível, e não pode ter uma escala reduzida, sob pena de não ser reconhecido pelo sistema. Este facto interfere e condiciona a adaptabilidade dos objectos do quotidiano, impedindo que

objectos mais pequenos possam ser incorporados no sistema. Por outro lado, o fiducial torna o sistema ATA visualmente conspícuo, quando o que se pretende é que ele seja discreto.

Analisadas as desvantagens, passamos agora a descrever os aspectos mais vantajosos que resultam da aplicação desta tecnologia ao reconhecimento gestual.

Em primeiro lugar, no cenário de interação que temos vindo a descrever, os marcadores visuais são acoplados aos objectos, deixando o utilizador totalmente livre para desempenhar a acção, sem ter o ónus de vestir ou incorporar em si qualquer dispositivo ou mecanismo adicional, visto que a deteção e o reconhecimento gestual incide no objecto. Esta é uma característica muito atractiva, e que podemos contrapor aos sistemas que exigem da parte utilizador o uso de um adereço, como por exemplo uma pulseira electrónica, que funciona simultaneamente como *player* e sistema de reconhecimento gestual.

Outro ponto positivo é o baixo custo e facilidade de instalação do sistema. Este aspecto é especialmente relevante para os cenários em que é necessário envolver um grande número de objectos. A produção dos fiduciais é simples, acessível e económica.

Em termos da qualidade de reprodução de conteúdos digitais, como o áudio e o vídeo, encontrando-se o *player* instalado num computador dedicado, será de esperar que a qualidade e a própria diversidade de conteúdos seja muito maior do que aquela dos sistemas baseados em etiquetas electrónicas incorporadas no próprio objecto. Finalmente, tendo em consideração o grau de maturidade em que se encontram actualmente as tecnologias em Realidade Aumentada, é natural que o tempo de desenvolvimento seja reduzido, devido à existência de bibliotecas e plataformas de desenvolvimento que abstraem os principais desafios ao nível do processamento de baixo nível do vídeo.

Modo disperso

O balanço final da tecnologia de visão por computador, pese embora os

aspectos atrativos que lhes estão associados, é globalmente negativo, sobretudo pelas fortes limitações que impõe ao nível da mediação.

Optámos por apresentar uma segunda versão da tecnologia de visão por computador, inspirada numa arquitectura de sistema próxima da computação úbica (Weiser, 1991), em que vários equipamentos de detecção e reconhecimentos de fiduciais são dispersos pelo ambiente doméstico. Podemos ver no quadro 7, que o grupo “Visão por Computador” divide-se em duas colunas, o modo de *player* fixo, que descrevemos anteriormente, e o modo disperso. O objectivo desta nova versão é procurar eliminar, ou pelo menos minimizar, os aspectos negativos que já mencionámos.

Todavia, o esforço logístico exigido para conseguir instalar na casa dos participantes os vários sistemas, e as respectivas câmaras de vídeo, de modo a abranger a totalidade do espaço doméstico, é irrealizável.

Tecnologia RFID

Incluímos esta tecnologia na presente análise, apesar de permitir um reconhecimento gestual bastante limitado, caso a nossa decisão que recaísse sobre o modo de interação fosse baseada num *player*. O sistema, baseado no RFID, sendo este último um sistema de localização, apenas consegue saber se um determinado objecto está presente ou não num determinado local, desconhecendo a sua posição e a orientação no espaço. Este facto compromete a sua utilização nos cenários em que pretendemos diferenciar os gestos e os movimentos.

A tecnologia RFID e o sistema de visão por computador, partilham inúmeras características, como se pode depreender da leitura do quadro 7. A diferença mais visível entre ambas, além da já referida, é a maior facilidade em instalar leitores em vários pontos da casa, tornando-a especialmente apropriada para o cenário em que não é requerida a diferenciação dos gestos, mas em que seja necessário incorporar um grande número de objectos físicos no sistema.

IMU

A IMU é um dispositivo que composto por diferentes tipos de sensores, como giroscópios, bússulas digitais e acelerómetros, e por um processador que integra, em tempo real, os dados provenientes dos vários sensores para assim estimar a posição e a orientação de um objecto, como por exemplo um veículo (Groves, 2008, p. 6, p. 228). Este dispositivo é usado em sistemas de navegação, na área da robótica e da aviação. Nos últimos 20 anos, com o aparecimento dos sensores digitais e dos microcontroladores, o custo e a sua dimensão diminuiu significativamente, impulsionado em grande medida pela micro-robótica e o aeromodelismo.

O sistema IMU consiste num placa de circuito integrado, ou várias, e a seu tamanho varia consoante inúmeros factores, tais como: o fabricante; o grau de precisão; a tecnologia usada nos sensores inerciais, ou ainda o tipo de veículo a que se destina. As IMUs de 6 graus de liberdade, estimam a orientação tridimensional ou a *attitude* do veículo⁸⁴, e, a partir da aceleração para cada um dos 3 eixos cartesianos, estimam a posição.

Durante o cálculo de estimativa da posição, são produzidos pequenos erros que vão se acumulando ao longo do tempo. Por essa razão, os IMUs usados em sistemas de navegação de aeronaves estão preparados para complementar esta informação com dados GPS.

Felizmente, no reconhecimento de gestos não é necessário conhecer a posição do movimento em termos absolutos no espaço. Para o sistema caracterizar um gesto não interessa saber “onde” exactamente se realizou o movimento, basta-lhe conhecer a trajectória. Desta forma, os erros resultantes da estimativa não são relevantes, salvo o caso dos gestos cuja duração é suficiente longa para que o valor acumulado destes erros ao longo do tempo surta algum efeito significativo. Este facto torna possível transferir este tipo de tecnologia para

⁸⁴ A atitude designa a orientação de um avião no espaço, ou seja o ângulo de rotação do corpo relativamente aos eixos de um sistema referencial. Quando consideramos o caso particular do sistema de coordenadas de referência do próprio avião relativamente à situação de equilíbrio, o eixo Z define a orientação da gravidade e o eixo X aponta na direcção da marcha (Groves, 2008, p.28, 29). Estes eixos são vulgarmente conhecidos por *Roll* (X), *Pitch* (Y) e *Yaw* (Z).

o domínio do reconhecimento gestual.

A aplicação das IMU ao desenvolvimento de interfaces tangíveis cujo sistema de *input* é baseado no reconhecimento de gestos, pode seguir duas estratégias distintas: incorporação da tecnologia no objecto físico, ou alternativamente, num adereço vestível pelo utilizador. Estas duas abordagens estão representadas no quadro 7, em duas colunas autónomas. Em ambos os casos, a tecnologia presente no IMU deverá ser miniturizada de modo a reduzir a sua conspicuidade e assim facilitar a sua incorporação quer nos objectos físicos, quer no dispositivo acoplado ao corpo do utilizador.

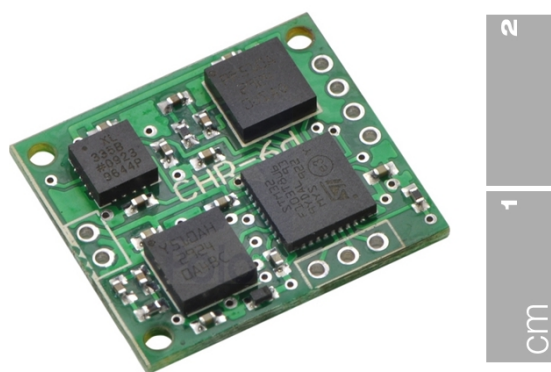


Figura II.10 - CHR 6d, *Digital Inertial Measurement Unit*. IMU de reduzidas dimensões, fabricada pela CH Robotics (2010), mede apenas 18x20x3mm.

A abordagem vestível implica que o utilizador use um dispositivo no corpo. Se o gestos forem produzidos através da mão do utilizador, então o IMU deverá ser instalado numa zona próxima, por exemplo no pulso. Após uma pesquisa das principais IMUs disponíveis nos domínios da micro-robótica, do aeromodelismo e dos veículos aéreos não-tripuladas (UAV)⁸⁵, estes últimos também conhecidos por *drones*, seleccionámos um sistema que reúne as condições adequadas para ser aplicado ao reconhecimento gestual no contexto das interfaces tangíveis. O CHR-6d, *Digital Inertial Measurement Unit*, fabricado pela CH Robotics (2010), é uma unidade de reduzidas dimensões e de baixo custo, quando comparada com outros sistemas suas semelhantes, como podemos ver na figura II.10.

⁸⁵ Do inglês, *unmanned aerial vehicle*.

O desempenho do IMU, ao nível da acuidade, latência e frequência de amostragem é maior do que qualquer outra tecnologia de sensoramento analisada no quadro 7. De acordo com folha técnica (CH Robotic, 2010, p. 3,4), o giroscópio e o acelerómetro têm uma frequência de amostragem na ordem dos 140hz., o que permite reconhecer a trajectória de movimentos muito rápidos.

O uso desta tecnologia tem duas desvantagens associadas. Em primeiro lugar, o custo unitário da etiquetas electrónicas é bastante elevado, quando comparado com o baixo custo dos fiduciais ou das etiquetas de RFID. Em segundo lugar, as etiquetas electrónicas, ao contrário dos modos em que está presente um *player* fixo composto por um computador dedicado no local de interação, são responsáveis pela reprodução de media digitais. Como as etiquetas electrónicas se tratam de dispositivos miniturizados, com uma capacidade de processamento muito limitada, a qualidade do output desta solução é muito limitada.

No contexto do estudo da adaptabilidade, a primeira desvantagem não traz grandes consequências, uma vez que não se esperam cenários que envolvam um grande número de objectos adaptados simultaneamente. Já a segunda desvantagem tem um impacto negativo no sistema ATA, pois condiciona e compromete a liberdade do utilizador no processo de adaptação.

As duas modalidades da tecnologia IMU - a incorporação no objecto ou no corpo do utilizador – têm ao nível da mediação um efeito diferenciado no modo de interação. Para o estudo da adaptabilidade, este grupo de factores, em nossa opinião, é decisivo, porque de acordo com o modelo conceptual ATA, a metáfora da interação com o real é um dos seus traços principais. Caso contrário, o sistema de interação constrói uma barreira entre o artefacto e as actividades dos quotidiano.

A tecnologia de sensoramento gestual da IMU pode ser integrada no pulso de utilizador, por exemplo através de uma pulseira electrónica. Esta solução teria contudo, de ser combinada com a tecnologia RFID, de modo a que o sistema ATA possa associar ao objecto em questão os gestos realizados pelo utilizador. Ou seja, um dos módulos da pulseira electrónica consistiria num leitor de RFID, de pequenas dimensões, e cada artefacto adaptado teria de ter uma etiqueta de

RFID colada, para que o sistema ATA pudesse reconhecê-lo.

Esta solução tem a vantagem de tornar o processo de design mais flexível e materialmente mais fácil de implementar, dado que apenas é necessário colar, ou esconder, uma pequena etiqueta RFID no artefacto. Mas tem grave inconveniente de interferir no modo de usar o artefacto. O sistema para funcionar exige que o utilizador tenha de ter a pulseira colocada no pulso antes de começar a interagir com o objecto. Este requisito apresenta-se como uma ruptura, ou uma imposição grosseira, na continuidade que deve verificar-se no uso do artefacto e as actividades do quotidiano. Podemos esperar inúmeras razões para que o utilizador não tenha a pulseira colocada no exacto momento em que surge a oportunidade de usar o artefacto. Além do facto do utilizador ter de colocar a pulseira, que é uma razão de natureza prática, do ponto de vista cognitivo está presente uma segunda ruptura: a sua mente estava focada numa tarefa, que foi interrompida ou temporariamente abandonada. O acto de colocar a pulseira faz o sistema emergir na consciência do utilizador, tornando-o presente. Regressar ao universo cognitivo da actividade que estava envolvido anteriormente representa um esforço.

A estratégia, que consiste na incorporação da IMU directamente no artefacto, pese embora o inconveniente de potencialmente poder condicionar o processo de design e adaptação, devido ao volume, peso e dimensão da etiqueta electrónica, não exige da parte do utilizador nenhuma acção prévia ou tarefa que tenha de ser cumprida. No balanço final da ponderação dos aspectos positivos e negativos associados a cada uma das tecnologias e respectivos modos de interagir, este factor assume um papel decisivo.

Sistemas de localização em tempo real

Por último, referimos uma abordagem que poderá vir a revelar-se muito promissora na criação de sistemas de *input* baseados no reconhecimento gestual, com claras vantagens para o desenvolvimento de interfaces tangíveis. Os IPS, ou *Indoor Position System*, consiste num sistema capaz de estimar a posição de

objectos recorrendo à comunicação sem fios entre vários dispositivos. Actualmente, estes sistemas são usados para localizar pessoas, objectos ou mercadorias, nos mais diversificados cenários: sistemas de navegação e informação em hospitais, espaços expositivos públicos como museus, ginásios, ou conferências (Gu, Anthony e Ignas, 2009, p. 13, 15).

O IPS não se cinge a exclusivamente a uma técnica ou uma tecnologia em particular, inversamente, trata-se de um termo que serve para designar todo um amplo e variado leque de técnicas, algoritmos, tecnologias de RF ou acústicas, disponíveis para determinar a posição, ou apenas a proximidade, de um objecto.

De acordo com Boukerche, Oliveira, Nakamura e Loureiro (2007), quando estão presentes as comunicações sem fios por rádio-frequência, a estratégia mais comum para estimar a posição de um receptor, ou emissor, mesmo quando a sua distribuição não é conhecida no terreno, é a estimativa da distância/ângulo, a partir da qual se pode inferir a posição de cada componente. Vários métodos estão disponíveis para realizar esta estimativa (p.8). O método *Received Signal Strength indication* (RSSI), estima a distância entre dois nós (*Nodes*) da rede a partir da medição da força do sinal, geralmente com uma acuidade inferior à desejável para localizar objectos de pequenas dimensões. Em sistemas *indoor*, o desempenho da técnica RSSI sofre uma degradação significativa, devido à distorção no sinal, provocada pela estrutura física dos edifícios, imobiliário ou até electrodomésticos.

O tempo que o sinal leva a deslocar-se entre dois nós de uma rede pode, igualmente, ser usado para estimar a distância entre eles, através do método *Time Difference of Arrival* (TDoA). Esta técnica pode ser implementada de várias formas, dependendo da infraestrutura instalada. Se apenas um sinal estiver disponível, por exemplo a rádio-frequência, um sistema muito preciso de sincronização terá de estar presente nos vários nós. Outra variação da técnica de TDoA, recorre a pelo menos dois sinais com diferentes velocidades de propagação, de forma a prescindir de sistemas sofisticados e de alta precisão que tipicamente a tecnologia de sincronização exige. Neste último caso, o sinal de rádio é combinado com, por exemplo, um sinal acústico. Ambos os sinais são

enviados simultaneamente, e o algoritmo calcula a diferença entre os tempos de chegada. Uma limitação desta última abordagem reside no facto de o ambiente não poder ser ruidoso sob pena de degradar o desempenho do algoritmo, algo que não podemos esperar encontrar num ambiente doméstico.

A instalação de antenas direccionais, permite ao sistema estimar a diferença angular entre dois módulos, através do método conhecido por *Angle of Arrival* (AoA). De acordo com Boukerche et al. (2007), a AoA apresenta um conjunto de sérias limitações, nomeadamente a exigência de se manter uma distância mínima entre os módulos, uma fraca acuidade, um custo e dimensão dos módulos elevado quando comparado com outras abordagens (p.8).

Após os diferentes módulos estimarem a sua posição face aos restantes, vários algoritmos matemáticos podem ser aplicados na computação da sua localização absoluta, designadamente: técnicas de trilateração e multilateração, triangulação e abordagens probabilísticas (Boukerche et al., 2007, p.9,10).

Do ponto de vista da infraestrutura, as tecnologias actualmente usadas pelos sistemas de localização *indoor* fazem uso de dispositivos de comunicação por ultra-sons, infra-vermelhos, magnéticos e por rádio-frequência (Gu et al., 2009). Nesta última categoria englobam-se tecnologias sem fios tais como o RFID, WLAN e *Bluetooth*. O resultado de uma extensa análise sobre a aplicabilidade de todas estas tecnologias ao problema da localização *indoor*, salientando as limitações e desempenho de cada associada a cada uma, está resumida num quadro comparativo (p. 29).

Da sua leitura podemos concluir que alguns destes sistemas apresentam características muito promissoras na aplicação ao problema do reconhecimento gestual no ambiente doméstico. Contudo, o actual estado da tecnologia ainda não é compatível com o elevado nível de desempenho e requisitos exigidos pelo reconhecimento gestual da interação com a mão. O sistema deverá ser capaz de estimar, com um elevado grau de precisão, não apenas a posição mas também a orientação, em tempo real, num ambiente não controlado ao nível acústico e de luminosidade, e que não possua custos de instalação muito elevados. Verificamos que as soluções que alcançam um bom desempenho ao nível de acuidade, na

ordem dos centímetros, são tipicamente os que recorrem a tecnologias magnéticas, acústicas e ópticas, os quais apresentam limitações que os tornam incompatíveis com o presente projecto de investigação, nomeadamente um elevado custo de aquisição e instalação, ou tal como os sistemas de visão por computador, a necessidade de estar ao alcance da linha de visão.

Espera-se que, no futuro, o desempenho destas tecnologias de localização em tempo real solucione, ou minimize, algumas destas limitações e torne numa realidade a sua aplicabilidade ao reconhecimento gestual. Por agora, o balanço ainda não é suficientemente positivo para compensar a sua aplicabilidade, até porque o problema do reconhecimento gestual não exige que o sistema conheça a localização absoluta da trajectória, que é no fundo, o objectivo primordial destas tecnologias.

A arquitectura de sistema mais interessante é a que usa etiquetas activas, uma rede de antenas e um servidor para localização em tempo real de pessoas e dispositivos, tal como o sistema descrito por Gu et al. (2007, p. 23). Após alguma pesquisa, seleccionámos um sistema com uma arquitectura semelhante à referida. O sistema (AiRISTA, 2010) é composto por uma infraestrutura mínima de seis leitores de radio-frequência e um conjunto de etiquetas electrónicas cuja dimensão e funcionalidades variam consoante a gama. As etiquetas mais pequenas medem apenas 53x35x15mm, tem um alcance aproximado de 50 metros, gestão e poupança de bateria e uma acuidade que varia entre um a dois metros. O sistema não apresenta latência e a frequência de amostragem varia consoante a gama da etiqueta. Nas etiquetas de maiores dimensões a taxa pode chegar aos 200hz, enquanto que na mais pequena o valor mais elevado são 10 hz. Optámos por incluir no quadro 7, na última coluna, este sistema servindo de referência para comparação com as restantes abordagens.

Conclusão da análise comparativa

A abordagem relativa à tecnologia de input mais interessante, e que mais se adequa aos objectivos do modelo conceptual ATA, é o uso de pequenas etiquetas

electrónicas que integram as funcionalidades dos IMU. A unidade em causa, a CHR-6d, tem as características adequadas para o projecto, quer ao nível do *hardware* que ao nível do *firmware*. A aplicação que corre na unidade produz os cálculos e os algoritmos matemáticos que integram os dados do giroscópio e do acelerómetros, comunicando apenas informação de alto-nível, como a estimativa da orientação e a aceleração. Este aspecto é muito importante porque liberta o investigador da tarefa de pesquisa de soluções e de programação para as questões de geometria analítica que este tipo de algoritmo coloca e que são muito específicas. Como a unidade já implementa de forma bastante satisfatória estes algoritmos, o investigador poderá dedicar mais tempo ao desenho e implementação *Hardware* e do *Software* que constitui o sistema ATA.

2.2.2 Arquitectura de sistema

A adopção desta tecnologia implica que a arquitectura de sistema ATA se estruture em 3 módulos principais: a etiqueta electrónica, que é responsável pelo sistema de *input* e de *output* do processo físico de adaptação; o servidor que gere todo o sistema e liberta a etiqueta de inúmeras funcionalidades e, por fim, uma aplicação de *backoffice* que permite ao utilizador personalizar o cenário de interação para cada etiqueta electrónica.

O servidor é uma aplicação que corre 24h horas por dia num computador dedicado e que será instalado na casa do utilizador. A sua principal tarefa é de comunicar os eventos provenientes das etiquetas, que se encontram incorporadas nos objectos físicos e distribuídas pelo ambiente doméstico, em funcionalidades do mundo digital. Por outro lado, o servidor ATA tem ainda a seu cargo gerir todo sistema, incluindo as funções digitais que o utilizador elegeu para serem incorporadas nas etiquetas, e aplicar a informação proveniente do módulo de *backoffice*. Este último, tal como o nome indica, é uma aplicação autónoma que pode ser executada no browser de um qualquer computador à disposição do

utilizador (por exemplo, o seu computador pessoal). A partir dessa aplicação, o utilizador pode, não só monitorizar o estado do sistema, como também personalizar o seu funcionamento.

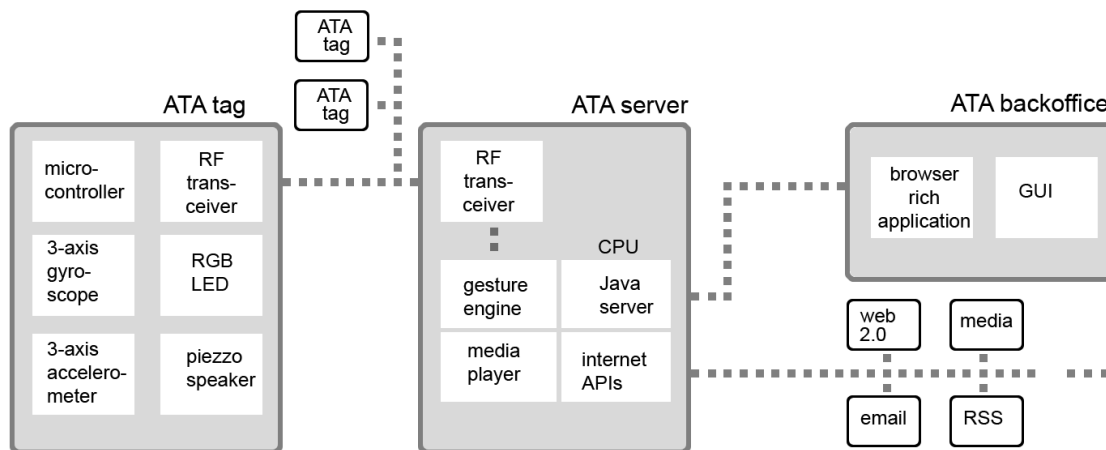


Figura II.11 – Visão geral do sistema ATA. Os três módulos principais, a etiqueta electrónica, o servidor ATA e o *backoffice* (Vairinhos, 2012).

A figura II.11 ilustra a visão geral do sistema ATA (Vairinhos, 2012) e a relação entre os 3 módulos principais. Para melhor compreendermos o seu modo de funcionamento, descrevemos um exemplo concreto que ilustre as várias etapas de personalização e uso do sistema ATA. O utilizador de um hipotético cenário tem por hábito, todos os dias e a uma certa hora, assistir a um programa de televisão. Essa actividade diária, afasta-o do seu computador pessoal pelo que deixa de tomar conhecimento quando um seu familiar o pretende contactar via Skype.

Na sala de estar, perto da televisão, é visível uma moldura com a fotografia do familiar em questão. Assim, através do sistema ATA, o utilizador converte o objecto físico na representação digital do estado remoto no Skype (*online*, *offline*...) do seu familiar, de tal modo que sempre que este último o pretender contactar, o sistema fará soar uma notificação na etiqueta “presa” à moldura, sob a forma de um aviso luminoso e sonoro. Tudo isto ocorre enquanto o utilizador assiste ao programa de televisão.

Para implementar este cenário de interação o utilizador por entre um vasto conjunto de funcionalidades digitais que a aplicação *backoffice* ATA oferece,

selecciona a entidade Skype. Em seguida, personaliza o objecto Skype de forma a que o sistema verifique continuamente o estado das mensagens do seu familiar e, caso surja uma nova, a etiqueta electrónica acoplada à moldura soará uma mensagem luminosa e sonora. A aplicação *backoffice* serve apenas para o utilizador conseguir personalizar o comportamento do servidor, através de uma interface gráfica amigável. Por sua vez, cabe ao servidor implementar todas as acções do sistema de forma autónoma e independente dos restantes equipamentos pertencentes aos elementos que fazem parte do ambiente doméstico. O servidor gere toda a comunicação do sistema com as etiquetas, assim como todos os eventos personalizados pelo utilizador; a comunicação com os vários objectos digitais na web e todas as funcionalidades digitais previstas.

2.2.3 ATA tag

O plano inicialmente previsto para o desenvolvimento da etiqueta electrónica era composto pela unidade IMU (descrita no ponto anterior): um módulo de RF para comunicar com o servidor, e um sistema de *Output* constituído por um alto-falante de reduzidas dimensões e um LED RGB que permite sintetizar uma tonalidade cromática arbitrária.

Tal não veio a suceder devido a um contratempo, que obrigou a uma reformulação da especificação técnica da etiqueta, e atrasou o seu desenvolvimento. O CHR-6d foi concebido para ser usado num sistema de navegação aeronáutica. Mesmo no caso em que o veículo em questão se trate de um pequeno avião não-tripulado, o consumo de energia não é um problema especial a ter em consideração pela equipa de desenvolvimento. A bateria do veículo, caso não seja gerada internamente pelo motor, passadas algumas horas pode ser novamente carregada. Por outro lado, ainda que os drones tenham dimensões reduzidas, a capacidade e o peso da bateria são sempre suficientes.

Esse não o caso da etiqueta ATA, que tem como principal requisito assumir dimensões muito reduzidas e períodos consideravelmente mais longos sem que o

utilizador tenha de se preocupar com a manutenção do artefacto.

O investigador adquiriu um sistema desenvolvimento da CHR-3d, esperando que esta tecnologia tivesse implementada, quer ao nível do *firmware* quer do *hardware*, um regime de poupança de consumo energético. Pelas razões apontadas, o sistema não tinha de facto este modo disponível, e antes de tomar a decisão de abandonar definitivamente a possibilidade de usar o CHR-3d, escrevemos para a empresa que o desenvolveu, a CH Robitic, sobre esta possibilidade. A resposta dada pela empresa confirmou os piores receios, não era possível num curto espaço de tempo dar resposta a esta solicitação e implementar um modo de poupança de consumo. O principal problema era ao nível do *hardware*: o giroscópio e o acelerómetro têm a possibilidade de entrarem num estado *SLEEP*, no qual a unidade consome apenas uma corrente eléctrica residual, bastando para isso controlar o estado lógico de um pino especial presente em ambas as unidades. Contudo, no circuito impresso da placa do CHR-3d, a ligação física entre o microcontrolador e os pinos *SLEEP* é inexistente, pelo que a alteração não podia ser implementada apenas ao nível do código-fonte, actualizando o *firmware*, e iria exigir da parte do fabricante a reformulação ao nível do *hardware*.

Gestão da energia

Para ter-se uma noção realista do tempo de duração de um ciclo de funcionamento analisámos as especificações da pilha seleccionada (baterias eléctricas não recarregáveis). O critério para a selecção destas unidades foi a capacidade e o volume ocupado. As baterias recarregáveis foram automaticamente eliminadas e preteridas em favor das pilhas, devido ao menor rácio Volume/Capacidade que estas últimas apresentam. No futuro, um sistema semelhante ao ATA, para ser atractivo junto de potenciais utilizadores, terá de usar baterias recarregáveis em vez de pilhas, reduzindo significativamente os custos de manutenção.

No entanto, tendo em consideração que a duração dos testes empíricos é

relativamente curta, e também para evitar sobrecarregar os participantes com a tarefa suplementar de sucessivos carregamentos da bateria, optou-se pelo uso de pilhas, beneficiando do facto de possuírem uma capacidade consideravelmente maior.

As pilhas de alta capacidade e de reduzida dimensão são mais dispendiosas que as pilhas padrão disponíveis no locais de venda habituais. A tecnologia que apresenta um melhor rácio Volume/Capacidade é a de Iões de Lítio, e de uma vasta gama de modelos, seleccionámos apenas duas – a ER14335 e a ER14250 – por serem de reduzidas dimensões, e simultaneamente, possuírem uma capacidade igual ou superior a 1200 miliampéres-hora (mAh).

Ambos os modelos tem uma forma cilíndrica com 14,5mm de diâmetro. O modelo ER14335 possui uma capacidade de 1650mAh e mede 33,5 mm, enquanto que o modelo ER14250 tem uma capacidade de 1200 mAh. Devido à necessidade de reduzir a dimensão total da etiqueta, optámos pelo modelo mais pequeno.

De acordo com a folha técnica, o CHR-3d consome cerca de 50 mA. Considerando que a pilha seleccionada tem marcado o valor 1200 mAh, o CHR-3d conseguia funcionar consecutivamente ao longo de 24 horas⁸⁶ antes da pilha se esgotar. Se acrescentarmos ao consumo do CHR-3d, o consumo do sistema de *output* e do módulo RF (Digi-International, 2008, p.5), que de acordo com a sua folha técnica consome no mínimo 45 mAh adicionais, constatamos que a etiqueta teria de mudar de pilha pelo menos duas vezes por dia.

Arquitectura do subsistema ATA tag.

A impossibilidade da solução baseada no IMU CHR-3d poder realizar gestão de energia, e pelo facto de à data não estarem disponíveis outros sistemas alternativos de reduzida dimensão, decidiu-se pelo desenvolvimento de um *firmware* autónomo e pela especificação original do *hardware*.

A solução final a que o investigador chegou para a etiqueta electrónica está

⁸⁶ $1200/50=24$

esquematisada na figura II.12.

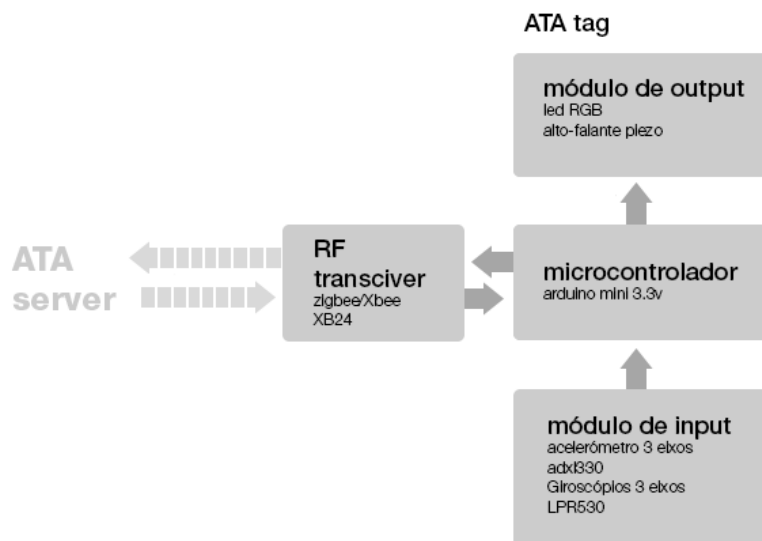


Figura II.12 – Arquitectura da ATA tag. Módulos de Hardware que compõem a etiqueta electrónica.

A grande vantagem associada ao desenvolvimento de raiz de uma solução original expressa-se, por um lado, na liberdade de escolha das funcionalidades e, por outro, ao nível do controlo de baixo-nível. A especificação dos componentes de *hardware* e o desenho da placa possibilitou implementar no *firmware* uma rotina de gestão de energia, reduzindo drasticamente o consumo em comparação com a anterior solução. A maior desvantagem, como já foi referido, reflete-se num aumento do tempo global de desenvolvimento, devido à necessidade de conceber e implementar a solução para a computação dos dados provenientes do sistema de *input* (acelerómetro e giroscópio), e de se tratar de uma solução ainda não testada.

O microcontrolador

A escolha do microcontrolador recaiu no Arduino mini 3.3v (Arduino, 2011), essencialmente devido a duas razões; a facilidade que a plataforma oferece ao nível da programação, e a existência de um modelo miniturizado do microcontrolador numa placa de circuito impresso (PCI) de reduzidas dimensões.

O sistema de desenvolvimento (SDK⁸⁷) da plataforma Arduino é baseado na linguagem C, oferecendo um conjunto extenso de bibliotecas de programação que permitem um controle de baixo nível sobre os subsistemas de *hardware* que o compõem. Este facto, associado a um compilador extremamente eficiente, conferem ao Arduino grande facilidade ao nível do desenvolvimento, e ao mesmo tempo, a robustez e velocidade típicas da linguagem *Assembler*.

Em normal funcionamento, o Arduino mini consome cerca de 10 mA (Arduino, 2011), mas quando ele é colocado em modo *Sleep*, através da biblioteca *Narcoleptic* (Knight, 2010), todos os subsistemas são desligados com excepção de um *timer* que lhe permite acordar periodicamente, e nesse caso o consumo cai para valores inferiores a 1 mA.

O sistema de *input*

O reconhecimento gestual é realizado a partir da integração dos dados de um giroscópio e de um acelerómetro, ambos sensíveis aos 3 eixos. A unidade escolhida foi o IMU 6DOF – *ultra thin*, comercializado pela Sparkfun (2010), cuja principal característica inclui os giroscópio e o acelerómetro numa única PCI de reduzidas dimensões. Ao contrário do sistema CHR-3d, este IMU não possui qualquer unidade de processamento.

O acelerómetro incluído no IMU 6DOF é o ADXL335, fabricado pela Analog Devices (2009), que apresenta consumo muito baixo, entre 200 uA a 500 uA consoante o valor da voltagem fornecida (p.9). Este sensor mede indirectamente a aceleração através da força a que o sensor está sujeito em cada um dos três eixos. Deste modo, se uma força actuar sobre um eixos do sensor, a aceleração é proporcional e de sentido inverso ao valor obtido.

Quando o acelerómetro está em repouso, por exemplo pousado numa superfície plana, o seu valor para o eixo Z é igual a -1g (e zero os eixos X e Y). Este valor ($x=0, y=0, z=1$) corresponde ao vector da força da gravidade. Se rodarmos o acelerómetro de modo a ficar com outro eixo voltado para baixo,

⁸⁷ *Software Development Kit*.

digamos o eixo X, o valor comunicado corresponderá ao vector ($x=1, y=0, z=0$).

Assim, sempre que o acelerómetro estiver em repouso é possível, através de cálculos trigonométricos, determinar com exactidão a orientação tridimensional do sensor, o que em si é tarefa simples.

O acelerómetro, além de medir a força da gravidade, mede também todas as forças a que o sensor está sujeito. Este conjunto de forças, chamada força de rede, é o resultado da soma algébrica de todas as forças. Como os valores obtidos do acelerómetro correspondem a este valor global, determinar individualmente o vector de cada uma das forças que o compõe é matematicamente impossível, pois o sistema é não-determinado. Contudo, nos casos em que a força de rede é composta exclusivamente por uma única força, o valor da força de rede coincide com a força em particular. É precisamente o que acontece quando um objecto está em repouso; a força de rede corresponde apenas à força da gravidade.

Esta propriedade, limitativa dos acelerómetros, levanta um grave problema aos sistemas compostos por um único acelerómetro que tentam identificar a trajetória de um objecto, uma vez que não é possível, quando várias forças actuam sobre o objecto, estimar simultaneamente a orientação e a sua trajetória. Contudo, se um objecto se deslocar no espaço mantendo fixa a sua orientação (ausência de rotações), é possível estimar a sua posição relativa, ou translação, bastando num primeiro momento subtrair o vector de gravidade. Num segundo momento, integrando sucessivamente a aceleração, obtém-se a velocidade e, por fim, a posição.

Resumindo: um sistema de sensoriamento inercial, composto unicamente por um acelerómetro, pode estimar com exactidão a orientação de um objecto caso este se encontre imóvel ou em repouso, e consegue estimar a translação sempre que o movimento não envolva rotações. Infelizmente estas duas situações raramente descrevem os cenários reais que envolvem quer aviões, quer gestos humanos realizados no manuseamento de objectos.

Perante esta dificuldade, os IMUs combinam o acelerómetro com outros sensores inerciais, tais como o giroscópio, com o objectivo de estimar a

trajectória.

O giroscópio é um sensor usado para medir a velocidade angular, ou seja, é sensível apenas ao movimento angular. A etiqueta electrónica ATA inclui, através do IMU 6DOF, dois giroscópios, um de um eixo e outros de 2 eixos, alinhados ortogonalmente entre si, de modo a formarem juntos um único sistema de 3 eixos.

De acordo com a folha técnica do fabricante (STMicroelectronics, 2009), o giroscópio de dois eixos consome cerca 6,8 mA (p.6) e o de um eixo aproximadamente 5 mA, prefazendo um consumo total de 12,8 mA. Em modo de poupança de energia, ambas as unidades consomem cerca de 1 uA.

O algoritmo para combinar os dados do acelerómetro com os dados do giroscópio foi desenvolvido pelo investigador inspirando-se no guia apresentado por Starlino (2009). O objectivo consistiu em isolar a força de rede global fornecida pelo acelerómetro e as componentes ou forças responsáveis pela rotação do objecto, esta última fornecida pelo giroscópio. Esta operação permitiu estimar o vector de gravidade e, conseqüentemente, inferir a orientação ou altitude do objecto.

De modo complementar, retirando o vector de gravidade ao valor da força de rede, isolamos as forças que actuam sobre objecto provocando-lhe aceleração, e, através do processo de integração de Euler, estima-se a velocidade. Integrando novamente, obtemos a posição relativa.

O código fonte da implementação deste algoritmo está disponível em formato digital no Apêndice 9. O programa implementa também rotinas de autocalibração.

Sistema de *Output*

A etiqueta comunica com o mundo físico através de som e luz. O som é sintetizado pelo microcontrolador e reproduz som apenas com um único canal de 8 bits. O alto-falante usado na versão final da etiqueta foi um pequeno *speaker* do tipo piezo, com cerca de 10mm de diâmetro, instalado numa cápsula de cor negra.

Quanto à luz, a etiqueta está equipada com um LED de alto brilho do tipo RGB.

As três entradas do LED, correspondentes às cores primárias, estão ligadas individualmente a pinos digitais do arduino. Cada qual sintetiza 256 níveis de intensidade através da técnica de conversão digital para analógico (DAC), conhecida por *Pulse Width Modulation* (PWM). Deste modo, o sistema é capaz de reproduzir, pelo menos teoricamente, mais de 16 milhões de cores.

Sistema de comunicação sem fios

As etiquetas comunicam com o servidor ATA por rádio-frequência através do módulo XB24-B, fabricado pela Digi International (2007). O sistema está instalado numa pequena e única PCI de reduzidas dimensões, aproximadamente 30x25mm (p.7), e consome cerca de 40 mA quando recebe ou transmite dados (p.6).

Para minimizar o volume ocupado pelo módulo, a versão adquirida possuía uma antena integrada (*chip antenna*) na própria placa, em alternativa à versão que usava um fio de cobre com cerca de 30 mm de comprimento.

O módulo XB24-B vem instalado com o protocolo de rede ZigBee, operando na banda de 2.7 Gh, sendo especialmente adequado a sistemas de domotica. A sua principal vantagem face ao outras tecnologias sem-fios, também de reduzidas dimensões e baixo consumo, como o WI-FI ou mesmo o Bluetooth, traduz-se na sua grande versatilidade em termos de configuração e modos de operação.

De facto, o protocolo ZigBee pode ser configurado para funcionar com uma arquitectura de rede em árvore ou simplesmente no modo *peer-to-peer*. Numa rede ZigBee, quando um módulo (emissor) pretende comunicar com um outro módulo (destinatário), o sistema difunde e faz o roteamento do pacote, através dos vários módulos distribuídos fisicamente pelo espaço, até que o pacote chegue ao seu destino. Esta característica permite que um módulo ZigBee consiga comunicar com outro, apesar de os dois estarem fora de alcance entre si, bastando aos dois terem acesso à rede (p. 23).

O alcance físico de cada unidade, de acordo com a folha técnica, é de 40m dentro de edifícios e de 120m em linha recta (p. 5). A versão XB24-B-pro é

ligeiramente maior, e consome mais energia mas, em compensação tem um melhor desempenho ao nível do alcance: cerca de 100 m dentro de edifícios e 1.6 km no exterior em linha recta e com linha de visão directa. Dado que as limitações de espaço e de consumo energético se aplicam apenas à etiqueta e não ao servidor, incluímos para este último a versão pro.

Circuito lógico da ATA tag

Na figura II.13 está representado o circuito lógico da etiqueta electrónica. Como podemos observar, a ligação física de dados entre o rádio e o arduino está condicionada por díodos, evitando que o *upload* do código para o arduino seja transmitido inadvertidamente na rede.

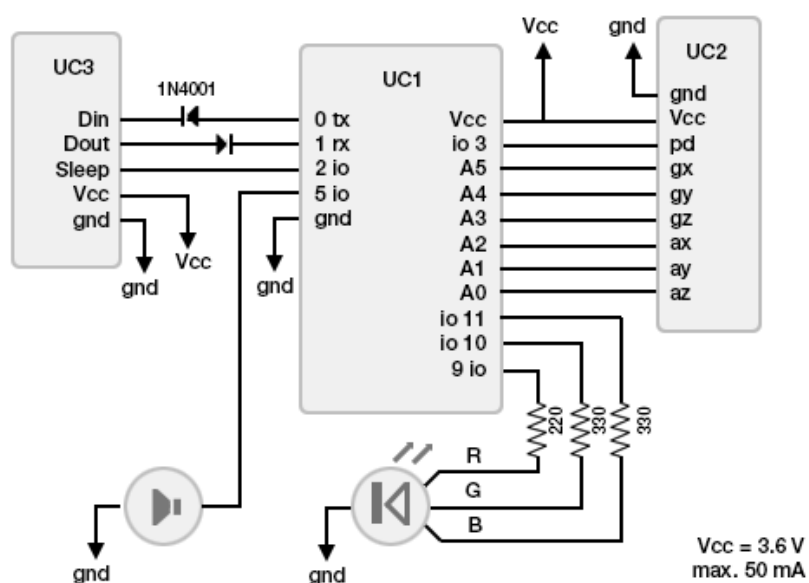


Figura II.13 – Circuito lógico ATA tag. UC1 microcontrolador Arduino mini 3.3V. UC2 IMU 6DOF. UC3 XB24-B.

A solução ao nível do *hardware* exige poucos componentes externos, característica que permite reduzir a dimensão da etiqueta. Os pinos R,G e B do LED estão protegidos com resistências de valores diferentes, caso contrário a cor ficaria descalibrada devido ao facto das componentes azul e verde consumirem

mais corrente.

Testes

O processo de desenvolvimento e implementação da etiqueta iniciou-se com a montagem dos vários módulos numa matriz de protótipo, permitindo testar o código e proceder a pequenas modificações ao nível do *hardware*, antes do fabrico de uma solução final e definitiva.

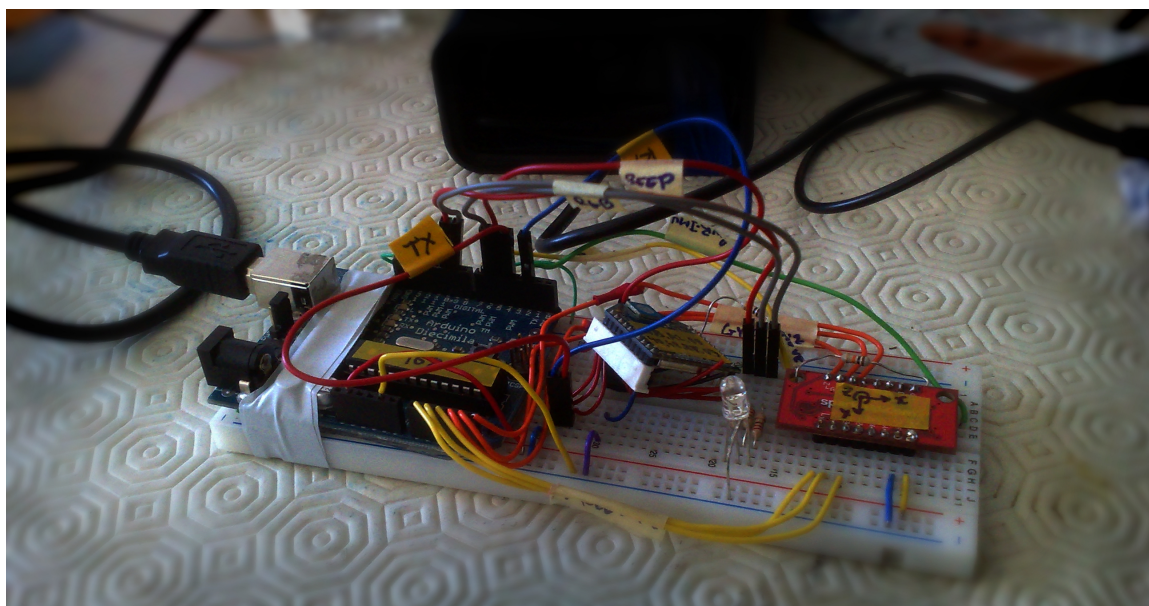


Figura II.14 – Fase de desenvolvimento da ATA tag. UC1 microcontrolador Arduino mini 3.3V. UC2 IMU 6DOF. UC3 XB24-B.

A robustez do módulo de comunicação sem fios foi testada nas condições típicas que se espera vir a encontrar no ambiente doméstico. Apesar do valor indicado na folha técnica ser suficientemente elevado, cerca de 40 m de raio, o alcance nunca pode ser estimado com exactidão porque um conjunto variado de factores intervêm no seu desempenho, desde o tipo de antena aos materiais presentes nos obstáculos no interior dos edifícios. Por essa razão, realizamos informalmente um conjunto de testes de robustez. A etiqueta e servidor, separados por uma distância de 30m em linha recta e por três sólidas paredes de concreto, comunicou um conjunto de pacotes sem que se tenham verificado omissões ou dados corrompidos.

Além do módulos de comunicação, também os restantes subsistemas foram sendo testados ao longo do desenvolvimento do código.

A Iniciar o teste

	MCU	RF	ACE	GYR	LED	
1	>ON <	OFF	ON	OFF	OFF	7/6,8
2	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	1,1
3	>ON <	>ON <	ON	OFF	OFF	50,4
4	>ON <	OFF	ON	>ON <	OFF	20
5	>ON <	OFF	ON	OFF	>ON <	12,3

teste terminado

mA

Figura II.15 – rotina de teste de consumo da ATA tag. Foi implementado no Firmware um conjunto de rotinas de teste e de *debug*. O teste de consumo executa sequencialmente os vários regimes de funcionamento da etiqueta. Com a ajuda de um multímetro, mediu-se e registou-se o valor de consumo real de cada regime.

Foi implementado no código-fonte um sistema lógico de gestão de energia que tinha como objectivo minimizar o consumo da etiqueta e prolongar a duração da bateria sem comprometer as funcionalidades da etiqueta.

No quadro da figura II.14 estão representados os 5 regimes de funcionamento da etiqueta e as respectivas medições dos consumos reais associados a cada uma delas. É interessante notar a diferença encontrada entre alguns destes valores, como os que estão assinalados nas folhas técnicas dos diferentes módulos.

A estratégia para o algoritmo de gestão de energia consiste numa simples máquina de estados. Quando se encontra em estado de repouso, a rotina desliga todos os subsistemas de *hardware*, com excepção do acelerómetro que nunca é desligado, e coloca o microcontrolador durante 10 ms em modo *Sleep*. Neste regime o consumo do microcontrolador é negligenciável e acelerómetro consome 1.1 mA. Quando acorda, a rotina verifica através do acelerómetro se existe movimento. Como o acelerómetro já se encontra ligado, este processo dura apenas 2 ms a executar. Caso não exista movimento, o ciclo repete-se.

Todos os 6 segundos, a rotina quando acorda (para verificar o movimento do

acelerómetro) liga o rádio e verifica se existem mensagens de notificação provenientes do servidor.

Quando a rotina detecta a presença de um movimento passa para o estado activo e liga todos os sistemas ficando apta para realizar o reconhecimento dos gestos, através do acelerómetro e do giroscópio, e comunicá-los através do rádio.

A partir de cálculos simples foi possível estimar que a bateria mantinha a etiqueta em modo inactivo durante aproximadamente 25 dias.

Processo de fabrico

Para facilitar o processo de integração dos vários sistemas numa única unidade física, o investigador desenhou e produziu, a partir do circuito lógico, uma placa de circuito impresso. O principal critério para a organização do espaço e das pistas na placa foi tentar reduzir a sua dimensão e oferecer uma maior facilidade de manutenção.

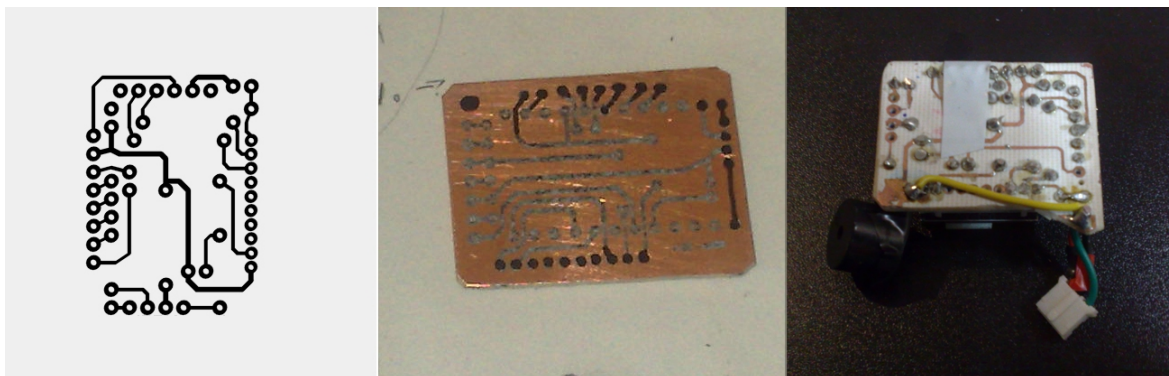


Figura II.16 – processo de fabrico da PCI e montagem. Ao lado esquerdo está representado o desenho do circuito físico, o qual foi transferido por via térmica para uma placa de cobre, visível na imagem ao centro. Do lado direito podemos observar os vários componentes soldados e montados na PCI.

O desenho das pistas foi impresso numa impressora a laser e transferido por via térmica para uma placa de cobre previamente cortada. Em seguida procedeu-se à furação da placa e à montagem dos vários componentes.

Durante a etapa seguinte, foram investigados vários materiais para o revestimento exterior da etiqueta; madeira, papel, cartão, polipropileno e plástico. No final, foi escolhida uma embalagem em plástico a qual foi adaptada e pintada

de negro. A figura II.17 ilustra o resultado final do processo de fabrico da etiqueta. Foram produzidas duas unidades.



Figura II.17 – Aspecto final da etiqueta. 1. LED, 2. alto-falante, 3. bateria, 4. ficha da bateria, 5. PCI da ATA tag.

2.2.3 O Módulo de *backoffice*

O módulo de *backoffice* consiste numa aplicação autónoma do servidor, disponível por rede *WLAN* ou através de um servidor *web*, e a partir dele o utilizador constrói cenários de interação com os artefactos adaptados.

Além do facto de se tratar de uma aplicação que é executada de forma autónoma face ao servidor, cada instância do *backoffice* é independente de todas as outras. Ou seja, o utilizador pode executar (computador pessoal, telemóvel, tablet) simultaneamente várias instâncias do *backoffice* em diferentes dispositivos. O servidor garante a consistência e a persistência dos dados entre esses dispositivos.

A aplicação foi desenvolvida na plataforma Adobe Flash devido a vários factores. Em primeiro lugar, era esperado que uma importante fatia do tempo de desenvolvimento fosse dispendida com a programação de elementos gráficos interactivos. O Flash facilita a integração de conteúdos interactivos e a programação de comportamentos visuais e sonoros.

Em segundo lugar o Flash assumia-se, nessa altura, como uma tecnologia web multiplataforma, sendo possível disponibilizar a aplicação num conjunto diversificado de plataformas de distribuição. O utilizador tinha ao seu dispor

várias alternativas para aceder ao sistema, podendo optar pela forma mais confortável ou adequada para o seu caso. A aplicação do *backoffice* desenvolvida em Flash podia ser directamente publicada na Web, ser instalada como uma aplicação nativa no computador pessoal, ou ainda estar disponível como uma aplicação mobile, através da tecnologia AIR.

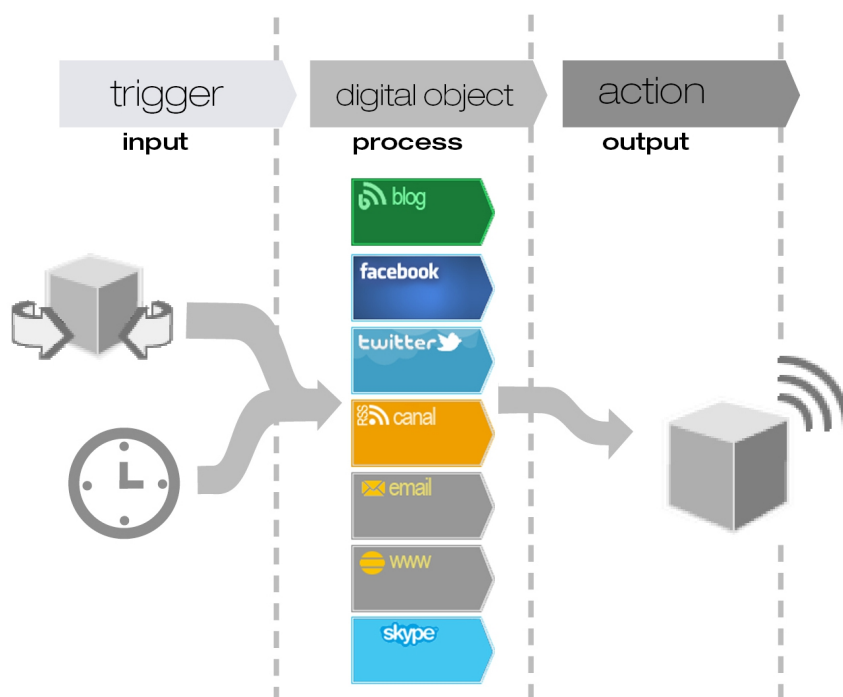


Figura II.18 – Modelo mental do processo de personalização. São representadas visualmente na interface, 3 etapas conceptuais: o despoletador (*trigger*), a acção no mundo digital (*digital object*) e o resultado, ou a acção (*action*)

Em terceiro lugar, quer a aplicação do servidor, quer o *backoffice* não se tratam de aplicações que requeiram um desempenho especial, podendo ser desenvolvidas numa tecnologia arbitrária sem que esse facto traga grandes consequências ou condicione as funcionalidades previstas para o sistema. O *actionScript 3*, é uma linguagem que oferece todas as vantagens da programação orientada para objectos, com a qual o investigador já se encontra bem familiarizado.

O principal objectivo do *backoffice* consiste em permitir que o utilizador associe,

de modo arbitrário, funcionalidades digitais à etiqueta. A metáfora gráfica baseia-se no conceito de modularidade, e procura esconder do utilizador os detalhes técnicos inerentes ao funcionamento do programa, e apresentar uma ideia simples e esquemática do processo de adaptação.

Cada cenário de interacção é apelidado de “Actividade” e divide-se em 3 momentos-chave que têm obrigatoriamente de ser definidos. A figura II.18 oferece uma visão geral e esquemática do modelo mental do processo de personalização.

O despoletador

O despoletador (*Trigger*) consiste no evento de *input* que acciona a actividade. O utilizador poderá escolher entre um evento temporal, por exemplo, intervalos de um número fixo de minutos, ou um dos gestos pré-definidos. É ainda possível combinar ambos.

O processo do objecto digital

O segundo momento da actividade é a tarefa (*digital object*) que é despoletada quando ocorre a acção de input referida anteriormente. O utilizador escolhe uma das inúmeras funcionalidades digitais disponíveis, e personaliza as opções e os filtros relacionados com o objecto digital. Uma tarefa pode ter dois desfechos possíveis: devolver um resultado verdadeiro ou falso. Por exemplo, uma tarefa do objecto *Email* poderá consistir em averiguar se existem mensagens novas no servidor. Caso seja verdade, a tarefa dá continuidade à actividade accionando o terceiro e último momento. Caso seja falso, a actividade termina sem nenhuma acção.

Cada objecto digital tem um conjunto de opções, condições e filtros especiais. Ainda no exemplo do objecto Email, o utilizador poderá configurar o objecto para devolver verdadeiro e prosseguir para a etapa seguinte caso o número de mensagens não lidas seja superior a 10, ou de modo totalmente distinto, se o remetente da última mensagem contém um nome em especial.

A acção

A actividade é concluída com um evento de saída (*output event*) sempre que a condição da etapa anterior, relativa ao processamento da tarefa do objecto digital, seja verdadeira.

O evento de saída poderá ser uma acção do sistema de *output* da etiqueta, consistir numa acção realizada no meio digital, ou ambos. No primeiro caso, o *backoffice* permite despoletar uma melodia ou controlar a cor do LED previamente configuradas, através do editor representado na figura II.19. No segundo caso, a acção poderá consistir numa função do media *player*, tal como reproduzir uma faixa musical no ambiente doméstico; ou noutro âmbito, mudar a mensagem de estado da sua conta do Skype.



Figura II.19 – Editor de toques. No editor de toques o utilizador personaliza melodias ou sinais acústicos e luminosos até oito tons.

Na figura seguinte, é apresentada uma breve descrição da interface gráfica do *backoffice* com o exemplo de uma actividade. Note-se que o utilizador pode acrescentar várias actividades à actual, apesar de neste exemplo estar apenas representada uma.

Na barra superior encontramos várias funcionalidades. No lado esquerdo, o sistema comunica ao utilizador as etiquetas registadas no sistema, a sua cor e nome são ambos personalizáveis. Uma pequena barra de cores sinaliza, caso a etiqueta esteja dentro ou fora de alcance.

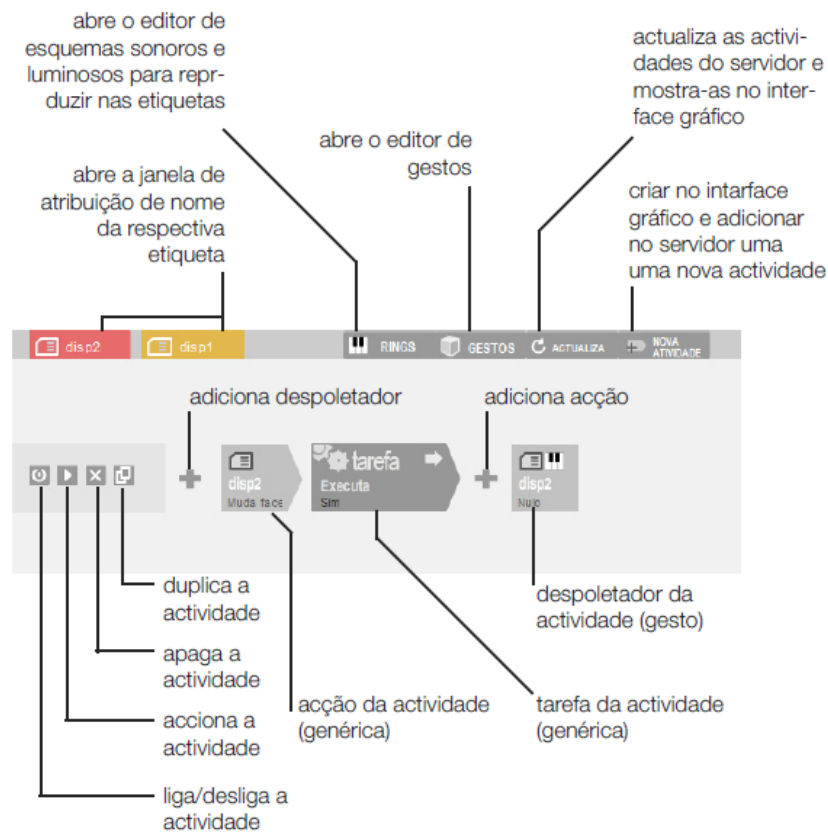


Figura II.20 – A Interface gráfica do *backoffice*.

Ainda na barra superior, no lado direito, estão disponíveis os botões que abrem o editor de gestos e o editor de toques. O botão de actualizar solicita manualmente ao servidor uma actualização da informação das actividades.

No interior de cada actividade, uma tarefa pode ter vários despoletadores e

várias acções simultaneamente. Contudo, no exemplo da figura II.20, estão apenas presentes um despoletador e uma única acção.

2.2.4 A aplicação ATA Server

A gestão de toda informação que circula no sistema é realizada, em tempo real, pelo servidor. O *hardware* consiste num computador portátil e numa placa ZigBee XB24-B pro conectada por USB. A estratégia adoptada, e que se materializa na arquitectura do sistema apresentada na figura II.2, exige que o módulo do servidor esteja em permanente comunicação com as etiquetas electrónicas presentes no ambiente doméstico, e também com todas as instâncias activas do *backoffice*. O *transceiver* ZigBee comunica com as etiquetas através de uma porta de comunicações virtual.

A utilização de um computador portátil é vantajosa a dois níveis: por um lado a sua reduzida dimensão facilita a instalação no ambiente doméstico. É bastante provável que o local no ambiente doméstico onde o servidor será instalado seja a sala-de-estar, devido ao facto de, tipicamente, esta divisão estar localizada numa zona central da casa, e de ser o local onde se espera que se encontre instalado o modem de acesso à internet. O portátil é mais fácil de dissimular ou de ocultar do que um computador convencional, e o objectivo é precisamente que o utilizador veja o servidor como uma “caixa-negra”.

A segunda vantagem reside no facto do computador portátil possuir uma bateria, mantendo o sistema em funcionamento, caso a energia falhe ou alguém no ambiente doméstico desligue a tomada. O computador tem um *script* instalado que encerra o sistema operativo quando o nível da bateria se encontra muito baixo.

O servidor é um sistema de informação, e tem como principais funcionalidades: gerir a informação relativa aos cenários de interação personalizados pelo utilizador no *backoffice*; executar os objectos digitais; monitorizar os gestos provenientes das etiquetas; comunicar com as etiquetas as notificações dos objectos digitais, e

produzir um ficheiro *log* de todos os eventos do sistema.

Um conjunto de objectos digitais foram desenvolvidos e implementados no sistema de forma modular. Assim, a equipa de investigação poderá incorporar no futuro, com bastante facilidade, novos objectos digitais. O quadro seguinte resume os principais objectos digitais que estão actualmente disponíveis no sistema ATA.

Quadro 8: Objectos digitais actualmente disponíveis no sistema ATA

objectos digitais
Playlist musical
WWW
Blog, Twitter, YouTube, canais RSS, Facebook, páginas web genéricas
Email
Skype messaging services
Televisão
EPG guides, eventos de canais, horários, descrição dos canais

O servidor é um *software* original concebido e desenvolvido para o presente trabalho de investigação, com excepção de um pequeno módulo em Java (Freitas, 2009) que faz a gestão das ligações de *sockets* usadas na comunicação entre o servidor e as instâncias do *backoffice*. Este *software* é de livre utilização e foram realizadas pequenas modificações no seu código fonte com o objectivo de o adequar ao sistema ATA.

O servidor foi desenvolvido na linguagem ActionScript 3, da plataforma tecnológica da Adobe Flash. O código-fonte do projecto e as respectivas dependências estão disponíveis no apêndice 9.

2.3 O Sistema gestual ATA

Como pode o sistema distinguir entre gestos "naturais", levados a cabo durante a utilização "natural" do objecto físico, e os gestos que accionam as funcionalidades digitais? No exemplo do copo, imaginemos que o gesto associado à reprodução da música (*Play*) fosse erguer o copo. Como pode o sistema saber se o utilizador ao levantar o copo pretendeu accionar a música, e não quis simplesmente ter retirado uma caneta?

Como ponto de partida, realizamos um teste de natureza exploratório de baixa fidelidade, envolvendo 12 voluntários, na sua maioria alunos do mestrado em Design da Universidade de Aveiro. Foi solicitada a tarefa de converter sólidos de madeira numa *interface* para controlar uma *playlist* do Youtube. Os participantes podiam escolher entre o cubo, o paralelepípedo e o cilindro.

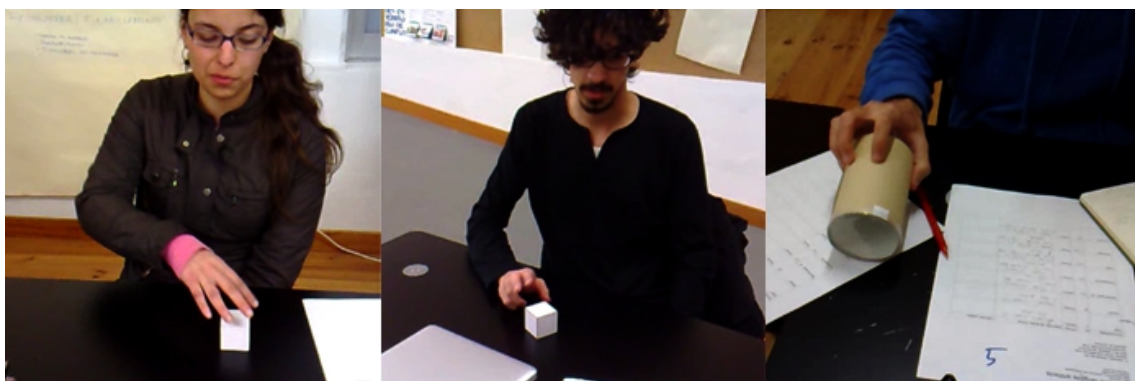


Figura II.21 – Participantes do estudo expondo o modo de funcionamento do seu objecto.

Os testes exploratório decorreram em ambiente colaborativo. A informação recolhida está disponível no apêndice 1, e os registos video do modelo mental de cada objecto criado pelos participantes podem ser consultados no apêndice digital 10.

Cada sujeito executou (concebeu) um conjunto de gestos que julgou apropriado para cada funcionalidade e personalizou as faces do sólido. Existiam dois tipos de funcionalidades; as de natureza discreta (reproduzir, pausa, avançar faixa, retroceder faixa, avançar álbum, retroceder álbum, reproduzir aleatório) e as de

natureza contínua (aumentar e diminuir volume).

A análise dos resultados permitiu-nos classificar os gestos em 4 categorias (figura 3) - a rotação sobre um eixo, agitar, deslocar, e deslocar e retornar. A mudança de face foi igualmente uma estratégia muito adoptada pelo grupo de utilizadores. Constatou-se que a maior parte dos participantes elegeram o cubo para representar o artefacto, e também que o modo de interagir com o objecto partia da estratégia de erguer e pousar o objecto, com excepção de um único caso, no qual as funções digitais eram activadas mantendo o objecto no ar (participante nº 5).

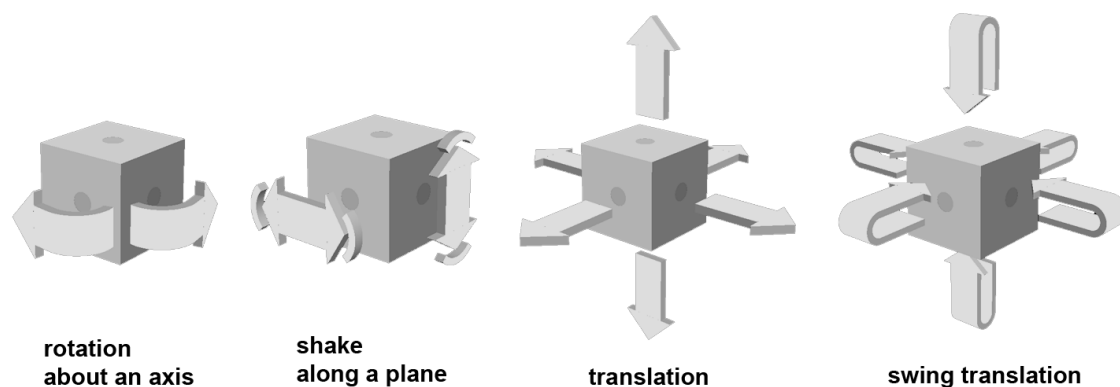


Figura II.22 – gestos predominantes.

Destas sessões concluímos dois dados muito importantes para a resolução do problema de *mapping*. O primeiro foi efectuar uma estimativa do intervalo de tempo que uma interacção gestual tipicamente dura. Verificámos que a esmagadora maioria das interacções com as funcionalidades do objecto físico duravam entre 1 a 3 segundos. Esta informação permitiu-nos criar uma janela temporal para o que o sistema considera um gesto válido, descartando todos aquelas que durem menos de 1 segundo e mais de 3 segundos.

Determinámos também que a maioria das estratégias adoptadas podiam ser condicionadas relativamente aos eixos estruturadores dos objectos, atendendo à sua orientação (para o caso do cubo e do cilindro). Ou seja, o gesto de agitar um objecto pode ser restringido a um dos eixos, por exemplo ao eixo horizontal. Deste modo, o sistema aceita como uma interacção válida apenas a interacção

quando o objecto é agitado na horizontal, descartando os casos em que o utilizador agita o objecto na vertical (de cima para baixo).

Este critério, que discrimina o eixo de movimentação, garante que os gestos que activam as funcionalidades digitais dos objectos sejam explícitos, voluntários e estruturados no espaço. Tomando estes dois factores em consideração (a duração e classificação em tipologias), implementámos um algoritmo capaz de descartar grande parte dos gestos "naturais" ou movimentos involuntários, e processar apenas aqueles que se encontram associados à activação das funcionalidades digitais.

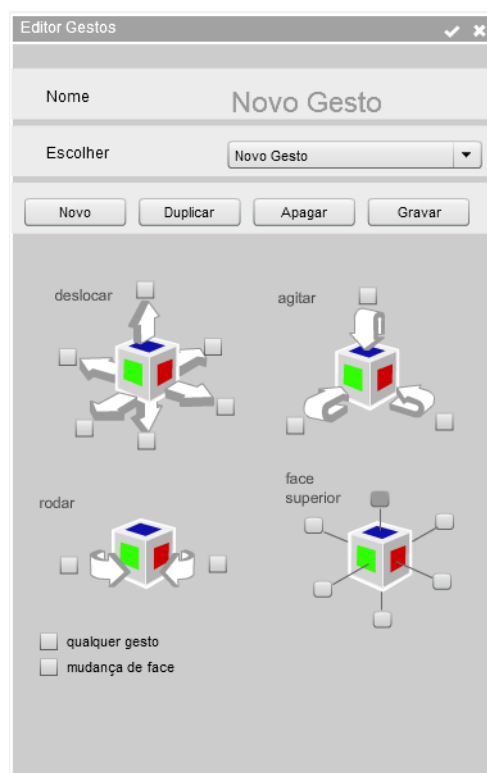


Figura II.23 – sistema gestual do sistema ATA.

O teste permitiu-nos também compreender que a rotação do objecto em torno de um eixo está associado ao ajuste de funções que controlam a intensidade de uma forma contínua (analógicas), como é o caso do volume.

Na figura II.23 está representado o editor de gestos do *backoffice* que implementa um sistema gestual inspirado nos resultados deste estudo.

Neste editor o utilizador pode personalizar um despoletador de uma actividade combinando gestos de 4 categorias possíveis. Cada categoria de gestos está organizada em torno dos 3 eixos a que corresponde uma cor. O código de cores mantém a correspondência entre os eixos do editor de gestos e as faces da etiqueta electrónica, nas quais foram pintadas pequenos círculos com as respectivas cores.

Capítulo 3. Testes com utilizadores no ambiente doméstico

3.1 Processo de selecção

Foram usados diversos critérios para a selecção dos quatro ambientes domésticos. Tendo em consideração que é tarefa difícil abarcar uma grande diversidade de cenários realizando apenas quatro testes, procurou-se que nestes estivessem representados jovens, adultos e séniores; que o número do agregado variasse significativamente de caso para caso; que os futuros participantes pertencessem a diferentes áreas profissionais e, por fim, que possuissem competências distintas, ao nível da utilização de tecnologias. Numa primeira fase identificaram-se cinco participantes e respectivas famílias, resumidos no quadro 9.

Quadro 9: Candidatos aos testes experimentais – entrevista informal preliminar

Alias	Informação Pessoal	Observações
Jessica (teste piloto)	Idade 18	A Jessica usa com bastante frequência (várias vezes ao dia), o seu computador pessoal para aceder a diversos serviços, desde o email até aos serviços mais populares da web social. A Jessica vive num apartamento no centro da cidade do Porto, com o irmão mais novo (17 anos) e a sua mãe que trabalha na área da museologia. Devido à sua grande disponibilidade, a Jessica é a nossa participante do teste piloto.
	Profissão Estudante 12ª ano	
	Competências TIC Alta	
	Agregado 3 elementos	
João	Idade 34	O João é designer gráfico de profissão e ocupa grande parte do seu tempo no seu computador portátil, em actividades de trabalho e de lazer. É um utilizador muito activo da Web social e das TIC em geral. Vive com a sua namorada, massagista, num apartamento na cidade de Aveiro. O João, para além das competências elevadas a nível da tecnologia digital, tem também os conhecimentos necessários e os recursos à sua disposição para a fabricação de artefactos físicos.
	Profissão Designer	
	Competências TIC Muito alta	
	Agregado 2 elementos	
Mariana	Idade 33	Mariana e o seu marido são um casal de professores, ela do ensino profissional e ele no ensino superior. Têm um menino de 2 anos e esperam, muito brevemente, uma bebé. Mariana usa com muita frequência as TIC e as web social. Dinamiza um blog e tem contas activas no Facebook e no Tweeter. A Mariana tem competências elevadas na fabricação de artefactos físicos, nomeadamente artigos de costura e vestuário, os quais comercializa através da Internet.
	Profissão Professora, Artes Visuais	
	Competências TIC Muito alta	
	Agregado 3 elementos	
Hugo	Idade 43	O Hugo e a sua mulher, são um casal com dois filhos, e vivem na cidade de Viana-do-Castelo. A filha mais nova tem 6 anos e o seu irmão tem 8. Hugo é notário e a sua mulher é gestora hospitalar. Ambos tem conhecimentos médios de aplicações informáticas. Não são utilizadores activos de serviços da web social, e utilizam a Internet, sobretudo em actividades relacionadas com o trabalho.
	Profissão Notário	
	Competências TIC Média	
	Agregado 4 elementos	
José	Idade 72	José foi arqueólogo durante a sua vida profissional. Actualmente está reformado e vive com a sua mulher, também reformada cuja profissão foi professora do ensino secundário. Vivem sozinhos na região de Leiria. Os seus conhecimentos ao nível das TIC é baixo, mas usa com frequência (diariamente) o computador pessoal, em especial os serviços de Email, o Facebook e outros serviços online.
	Profissão Reformado, Arqueólogo	
	Competências TIC Média	
	Agregado 2 elementos	

3.2 Descrição do trabalho de campo

O trabalho de campo teve início após terem sido planificados e produzidos os documentos preparatórios com vista à implementação dos testes com os utilizadores em ambiente doméstico, tal como enunciado no quadro 1.

Inicialmente, estava previsto testar e avaliar a tecnologia ATA em 4 casas diferentes. No entanto, vários factores impediram que o calendário fosse cumprido. O período de desenvolvimento da tecnologia ATA consumiu mais tempo do que previsto, tendo-se prolongado vários meses após o prazo inicialmente estipulado. Este facto, comprometeu qualquer margem temporal para fazer face a imprevistos durante a fase de implementação dos testes empíricos.

De acordo com o quadro 2, cada teste experimental duraria cerca de 6 meses. Contudo, durante o decorrer do teste de ensaio, constatou-se desde logo que o tempo preparatório para instalar, formar e familiarizar os participantes com a tecnologia ATA, em cerca de duas semanas era claramente irrealista. Verificou-se no terreno que os participantes, no decorrer da etapa “sessão de formação da tecnologia ATA”, solicitavam mais tempo de acompanhamento com o investigador. Em todos os casos, os participantes usaram este período introdutório e exploratório já com um projecto concreto de adaptação em mente, que iria ser materializado no decorrer da experiência propriamente dita. A Mariana e o João, durante esta fase, solicitaram ao investigador a introdução de certas funcionalidades e propriedades na tecnologia ATA, que não existiam inicialmente, obrigando ao desenvolvimento de tarefas de programação. Estes factos atrasaram consideravelmente o calendário, prolongando a duração desta etapa de uma para cerca de três semanas. No caso particular da Mariana, este período prolongou-se para 4 semanas.

Outro aspecto que contribui para explicar o incumprimento do calendário inicialmente estipulado, foi a dependência da equipa de investigação face à agenda dos participantes e à agenda dos restantes membros dos respectivos ambientes domésticos. Ao contrário de testes controlados em laboratório, as

sessões preparatórias são realizadas no próprio ambiente de interação, o qual possui imensas variáveis que o investigador não controla. Este facto reflecte-se, por um lado, nas tarefas de gestão ao nível da disponibilidade do espaço, dos recursos e dos membros que integram o ambiente doméstico, no caso particular na dificuldade em agendar as sessões. Por outro lado, em contexto de ambiente doméstico, é difícil garantir períodos em que o investigador fique a sós com o participante e que este esteja plenamente focado nas tarefas em questão. No caso da Mariana, este problema foi mais evidente: em muitos momentos, devido à presença do seu filho de 3 anos e de outros eventos que ocorriam no ambiente doméstico, a sua atenção era constantemente dividida. Há ainda que referir o facto da data de início do testes ter sido reagendada, por diversas vezes, a pedido dos participantes. Esse facto dilatou consideravelmente o tempo entre a realização dos testes.

Sensivelmente no início da etapa da “experiência” (quadro 2), o teste experimental da Mariana foi interrompido e adiado, para que a participante pudesse dar início ao processo de preparação do parto. Tendo em conta que o tempo total para a realização do estudo empírico estava praticamente esgotado, decidiu-se não esperar pelos 3 meses necessários para que a Mariana retomasse a sua vida “normal”, nem dar início ao processo de um novo teste.

Durante o estudo empírico foram realizados três testes: o teste piloto (Jessica), um teste completo (João) e um teste incompleto (Mariana). Ficaram por realizar dois testes (Hugo e o José).

3.2.1 Sessões introdutórias

A primeira semana, correspondente à apresentação do projecto e à descrição do ambiente de trabalho decorreram tal como previsto no calendário (quadro 2). A entrevista e o questionário foram conduzidos já na casa dos participantes, numa única sessão, cuja duração foi cerca de 2 horas. Durante esta sessão, os participantes e o investigador registaram fotograficamente o ambiente doméstico

e discutiram aspectos técnicos relacionados com a cobertura de rede e outros equipamentos. O local onde foi instalado o *router* podia não corresponder, necessariamente, à melhor localização do servidor ATA, dado que o sistema de rádio-frequência entre as etiquetas e o servidor tem um menor alcance que os equipamentos da rede convencional WIFI. Contudo, verificou-se que nas casas da Jessica, do João e da Mariana, o router WIFI estava localizado num zona suficientemente central, e que instalando o servidor ATA nesse local se garantia a cobertura da etiquetas em toda a extensão da casa.



Figura II.23. Kit de tecnologia ATA. Materiais usados nas sessões de formação, 2 etiquetas electrónicas, um guia de consulta rápido (apêndice 6) e um conjunto de materiais para ajudar a acoplar as etiquetas nos objectos (elásticos, fita-adesiva de dupla-face e fita-adesiva magnética) e vários sólidos genéricos: cubo, paralelepípedo, cilindro e outros políedros.

Na etapa seguinte, foram realizadas sessões com o objectivo de familiarizar os participantes com a tecnologia ATA. No primeiro encontro, procedeu-se à instalação da tecnologia e a uma visão geral do seu funcionamento. Foram abordados os aspectos relativos à manutenção das etiquetas electrónicas, e à sua correcta incorporação nos mais diversos tipos de objectos. Foi produzido e

distribuído pelos participantes um *kit* (figura II.23) com material de apoio logístico à implementação da adaptabilidade, do qual consta um manual de utilização da tecnologia (apêndice 6), vários volumes geométricos em acrílico, materiais de fixação e duas etiquetas electrónicas.

Nas sessões seguintes, com a ajuda dos volumes geométricos em acrílico, descreveu-se o modo de utilização do módulo de *backoffice* e realizaram-se exemplos práticos de personalização das etiquetas. Estava previsto que após a realização destas sessões, o participante estaria apto a iniciar o processo de design de forma totalmente autónoma, já em regime de teste experimental. Tentava-se que o participante tivesse oportunidade de reflectir sobre o processo de adaptação de um artefacto sem a imposição da presença do investigador. Em nenhum dos casos, tal não veio a suceder; os participantes sentiram sempre necessidade de prolongar a fase de formação de modo a obter apoio do investigador, quer ao nível do processo técnico de personalização do *backoffice*, quer para discutir o modelo conceptual do artefacto. No caso particular do João, foi solicitada uma funcionalidade digital, um guia de programação para todos os canais da televisão por cabo. Esta funcionalidade não existia originalmente no sistema ATA e teve de ser desenvolvida, rapidamente, nesse período.

3.2.2 Teste piloto.

A realização do teste piloto cumpriu todos os objectivos que estavam previstos, designadamente ensaiar no terreno todo o processo logístico relativo ao estudo empírico, de forma a antecipar erros ou problemas de carácter procedimental.

As sessões preparatórias decorreram conforme planeado e não foi necessário reformular o guião bem como o formato da entrevista (apêndice 3). Durante a sessão de formação procedeu-se à instalação do sistema ATA na casa da participante, tarefa que decorreu sem nenhum tipo de problemas técnicos. Nas duas semanas seguintes, o período em que decorreu o teste, o sistema ATA teve

um desempenho muito robusto, não se tendo verificado nenhuma anomalia ou incidente.

O módulo do sistema responsável pela criação e síntese dos ficheiros *log* funcionou de acordo com o esperado, registando correctamente, durante o período em que decorreu o teste, os eventos de personalização realizados no *backoffice*, os gestos realizados na etiqueta e as mensagens de sistema efectuadas via rádio entre o servidor e a etiqueta.

O módulo gráfico do *backoffice* foi acedido pela participante várias vezes durante o período em que decorreu o ensaio, e não foi reportado qualquer problema técnico ao nível da sua utilização, facto que foi confirmado pelo ficheiro *log* do sistema. Este último permitiu também concluir que o servidor não teve nenhuma paragem crítica que o bloqueasse, ou forçasse a ser reiniciado.

Outro aspecto positivo foi o resultado relativo ao desempenho da bateria da etiqueta que confirmou os cálculos, realizados durante a fase de desenvolvimento, relativos às previsões de consumo e ao tempo de vida. Verificou-se que o tempo de vida útil da bateria, que ao longo do teste piloto teve uma utilização de média intensidade, foi superior a 6 dias consecutivos.

O período de formação forneceu informação valiosa sobre o modo como deveriam estas sessões deveriam ser implementadas. Ficou claro que uma ou duas sessões de formação seriam insuficientes para tornar o participante verdadeiramente autónomo no processo de personalização. O primeiro desafio, com que o participante se deparava, consistia em compreender conceptualmente o modo específico de o sistema ATA realizar o processo de adaptação. O participante tinha que decompor mentalmente o processo de adaptação nos principais módulos da arquitectura do sistema ATA, tendo para isso que compreender a função da etiqueta, do servidor e do *backoffice*, e da relação que estabelecem entre si. De seguida, o participante tem de aprender a incorporar a etiqueta nos vários objectos, e compreender o sistema gestual adoptado pelo sistema ATA. Por fim, é necessário que o participante se familiarize com a interface de personalização da aplicação do *backoffice*. Trata-se de um processo

moroso e complexo, no qual a aprendizagem deve ser acompanhada com exemplos práticos e cenários hipotéticos de adaptação. Durante estes exercícios, de forma a não influenciar o participante, evitou usar-se objectos presentes no ambiente doméstico, e recorreu-se às geometrias em acrílico (cubo e cilindro) que não têm qualquer relação prévia com o ambiente de interação. Contudo, ficou também claro que o participante sentia necessidade de discutir com o investigador possíveis cenários e modelos mentais para o artefacto que abre o período experimental.

O artefacto desenvolvido consistiu num notificador do *facebook* e de *email*. A etiqueta não foi acoplada a nenhum objecto, tendo a participante preferido usar a própria etiqueta como mero interface físico para aceder aquelas funcionalidades do mundo digital. O modo de funcionamento era simples: sempre que um novo pedido de amizade, um evento ou um novo comentário de um amigo era publicado no seu espaço do facebook, a etiqueta tocava uma melodia. Complementarmente, a etiqueta foi personalizada de modo a que quando se pegava nela, o sistema verificava se tinha mensagens novas de email e, em caso afirmativo, tocava uma nova melodia.

3.3 Avaliação do teste experimental do João

Antes de analisarmos os indicadores empíricos, através da aplicação do quadro de análise desenvolvido no capítulo do modelo conceptual, começemos por caracterizar o participante e descrever o ambiente doméstico. A descrição que se segue é uma síntese da informação obtida na entrevista, no questionário (apêndice 4) e da observação natural, registada nas notas-de-campo do investigador, realizadas durante a sessão introdutória.

3.3.1 Descrição do ambiente doméstico e caracterização do participante.

O João tem 34 anos, é designer gráfico e vive em Aveiro com a sua

companheira Maria. Não têm filhos e partilham a sua casa com um hóspede, de forma a auferir de um pequeno rendimento extra.

A Maria é massagista e faz de sua casa o seu local de trabalho. O mesmo acontece com o João, que adaptou a sala estar no seu atelier de trabalho. A casa situa-se no centro histórico num prédio antigo, mas recentemente remodelado. Apesar de possuir dois pisos, a casa é constituída por divisões de pequena dimensão. Podemos ver uma esquema em planta na figura II.21.

A sala-de-estar é percepcionada pelos 3 membros como sendo um espaço público. É composta por um sofá, estantes, uma televisão e a mesa onde o João trabalha. Ainda neste piso temos a casa de banho e a cozinha. Esta última é frequentada pelos 3 membros da casa.

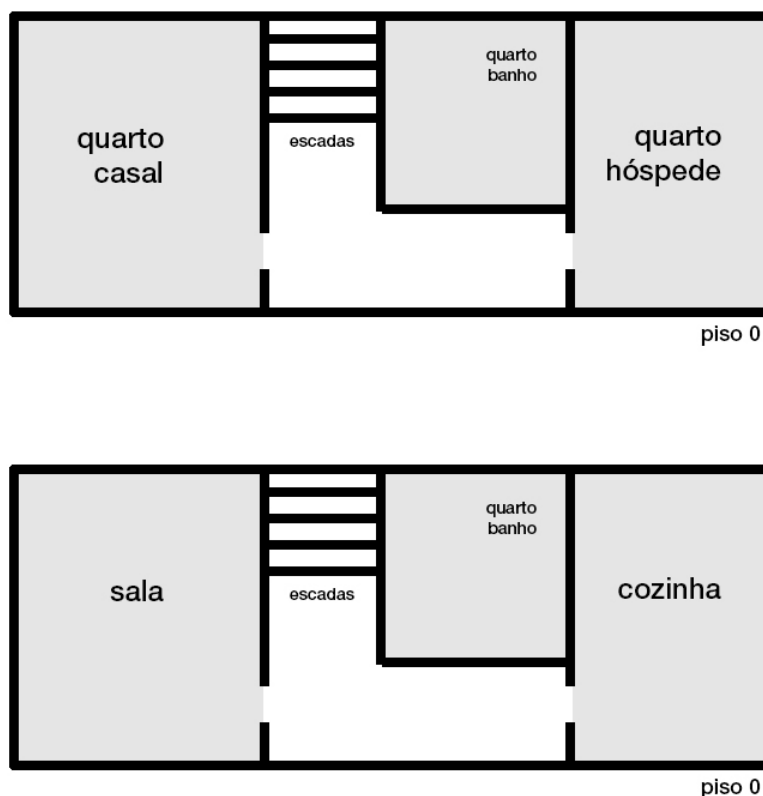


Figura II.24 - Planta esquemática da casa de João e Maria

No piso superior situam-se o quarto do casal e o quarto do hóspede.

Tanto o João como a Maria usam com muita frequência um leque variado de tecnologias digitais. O João em particular, devido à sua profissão e gosto pessoal,

possui conhecimentos de informática na óptica do utilizador bastante aprofundados. Para além do computador portátil, dispõe ainda de um *smartphone* e de um computador fixo, instalado na secretária situada na sala de estar. O ambiente em casa é bastante informal e descontraído, funcionando a sala de estar enquanto lugar de encontro, no qual se misturam actividades de trabalho e lazer. As principais actividades de lazer realizadas na sala consistem em assistir a televisão ou assistir a um filme a partir do computador fixo.



Figura II.25 - Vista da casa de João e Maria

A sala é também um lugar onde João e Maria ouvem música, através do computador fixo de secretária. Os membros do ambiente doméstico não têm horário fixo de trabalho; ambos trabalham por conta própria. Durante o período da tarde, o quarto do casal é adaptado para a Maria receber profissionalmente os seus clientes.

3.3.2 O processo de design

Tendo o João um interesse especial pela tecnologia digital, mostrou-se desde logo muito interessado pelo conceito do projecto e pensou, imediatamente, em vários cenários de aplicação da tecnologia ATA. Contudo, os cenários que o João ponderou inicialmente, não se adequavam ao ambiente doméstico e eram sobretudo ideias para produtos destinados ao público em geral, o que facilmente se compreende pelo facto da sua área vocacional ser o design.

Durante as sessões de formação, o João foi desenvolvendo novas ideias acabando por se focar no seu quotidiano em particular, e no seu ambiente doméstico.

O modelo mental do artefacto

O João propôs-se construir um objecto – o cubo TV - cuja a função seria notificar, através de um aviso sonoro, quando uma das suas séries favoritas estaria prestes ter início na televisão. O aviso sonoro em questão correspondia à melodia da série. Esse objecto, seria portátil e podia ser transportando para qualquer parte da casa: para a sala, o quarto ou a cozinha. Apesar de o João ter por vezes o hábito assistir a programas de televisão acompanhado por Maria, o artefacto foi pensado para ser usado pelo João.

A forma do objecto consiste num cubo, e em cada uma das suas faces desenhou a marca visual das séries, tal como se pode ver na figura II.23. O cubo, para além de notificar que o programa está a começar, permite ao João partilhar com os seus amigos da comunidade digital Skype esse evento. Para tal, basta-lhe pegar no cubo e deixar a respectiva face voltada para cima. Quando prefere não partilhar, ignora simplesmente o objecto ou, alternativamente, deixa voltada para cima a face que tem desenhada um ícone de *standby*.

O cubo TV não tem nenhuma funcionalidade particular no mundo físico para além de dar corpo e forma às funcionalidades digitais.

O João descreveu algumas situações nas quais esperava usar o cubo. Quanto

estivesse a trabalhar na secretária situada na sala-de-estar, no quarto ou ainda em alturas que cozinha

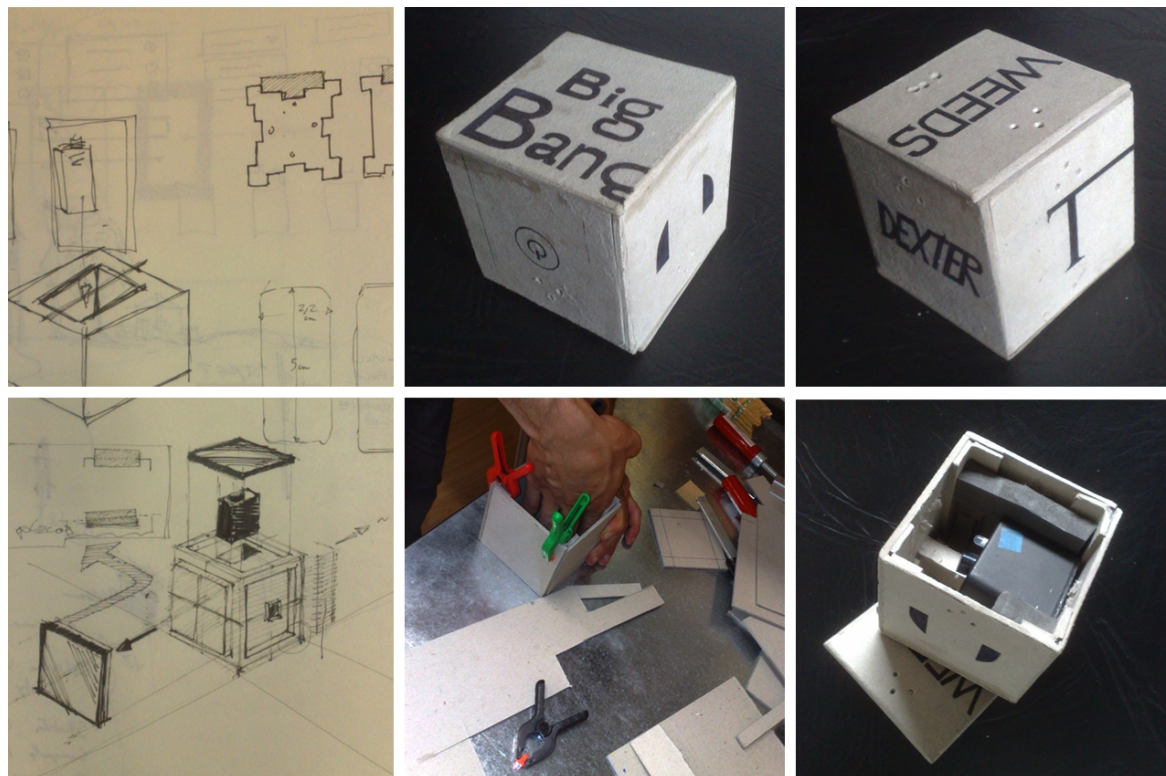


Figura II.26 - Vistas do cubo TV, construído pelo João.

Motivação

A notificação de eventos relacionados com a programação da grelha televisiva é uma funcionalidade que não está integralmente presente no ambiente doméstico do João. A televisão por cabo fornece a grelha de programação através do seu próprio sistema. Accionando a funcionalidade *Electronic program guides* (EPG) a partir do telecomando, pode ser consultado o horário dos programas de todo e qualquer canal. De igual modo, esta informação está disponível para consulta no sítio web dos diferentes fornecedores de serviço de televisão digital, e também nas páginas individuais dos diversos canais. Todavia, em ambos os casos esta funcionalidade é insuficiente, uma vez que não permite notificar o

utilizador.

Mesmo que o João, para este efeito, instalasse uma aplicação no seu computador de secretária, ou no seu computador pessoal, não teria o mesmo resultado porque o objectivo do cubo-TV reside na sua mobilidade, podendo ser transportado e colocado em qualquer ponto da casa.

Excluindo o leque de possibilidades que a televisão interactiva oferece, mas que não está presente na casa do João, há ainda que referir o facto das funcionalidades EPG disponíveis não terem a função de partilha nas redes sociais. O facto do sistema ATA permitir a combinação de várias funcionalidades tornou possível ao João conceber um artefacto, em certa medida, único.

Podemos concluir que a motivação, ou os factores que suscitaram no João a criação deste artefacto foram as *funcionalidades insuficientes* de outros serviços digitais, a composição de funções digitais e permitir um *novo contexto de uso* das funcionalidades que o compõem.

Fabrico

O João decidiu fabricar um artefacto inteiramente novo a partir de matérias primas como o cartão rígido, a cola e a tinta-da-china. Dispondo de recursos – os materiais e as ferramentas, recorreu às competências adquiridas e aos conhecimentos desenvolvidos na área do design gráfico para construir o artefacto.

Este facto reflete-se no método adoptado pelo João para chegar à solução plástica final. Várias ideias foram exploradas e testadas previamente, por via do desenho, decidindo no final que o artefacto teria a forma geométrica do cubo. Do ponto de vista da interação, esta forma geométrica tinha a vantagem de poder ser pousado e permanecer numa posição estável. O plano de montagem do cubo foi previamente planificado (imagens do lado esquerdo da figura II.26), e o João concebeu um mecanismo que permitia aceder à etiqueta electrónica, instalada no seu interior, removendo uma das faces. O acesso à etiqueta tinha por objectivo facilitar a sua manutenção, nomeadamente, mudar a pilha sem danificar o objecto.

Ao longo do período em que decorreu a experiência, as faces foram

desenhadas e pintadas com o logótipo das séries televisivas. Como já foi referido, numa das faces foi também representado o ícone de *standby*.

Resumidamente, podemos afirmar que o participante não enveredou por uma estratégia de conversão de objectos já existentes, preferindo construir um artefacto inteiramente novo que, relativamente à sua morfologia, é composto unicamente por um objecto.

Condicionantes

Do ponto de vista físico, as propriedades da etiqueta não colocaram qualquer problema ao nível da adaptabilidade. Contribuiu o facto do artefacto ter sido fabricado como um objecto original, criado de raiz a partir de matérias simples, deste modo, a conspicuidade da etiqueta foi tomada em consideração durante o próprio processo de concepção.

A etiqueta foi envolta num material esponjoso que tinha por objectivo imobilizá-la no interior do cubo. Após alguns ensaios levados a cabo no final da sessão de formação, o João deparou-se com um imprevisto: o som da etiqueta era abafado por esse material, facto que obrigou o João a modificar o modo como a etiqueta se fixava no interior do cubo, criando para esse efeito uma estrutura que a sustentava também em cartão rígido. Após esta modificação, o som fez-se ouvir com maior intensidade, mas ainda assim, o João achou que não era suficiente e criou uns pequenos orifícios nas faces do cubo, com se pode ver na imagem do canto superior direito da figura II.26.

A qualidade sonora da etiqueta, segundo o João, é um factor limitativo no design do artefacto. Não permite a reprodução de gravações de áudio, tais como músicas ou voz. O sintetizador de som presente nesta versão da tecnologia ATA permite reproduzir melodias até 8 notas musicais num único canal. A melodia é editada através do editor de sons do *backoffice*. O principal desafio enfrentado pelo João foi ter que compôr as notas musicais correspondentes à música do genérico da série televisiva. Como se constatou, esta é uma tarefa difícil para quem não possui formação musical. No final, apesar dos desafios, dificuldades e

limitações, o João e a Maria conseguiam indentificar claramente as melodias e associá-las ao programa de TV correspondente.

Mapeamento do gestos e manuseamento

O mapeamento do artefacto concebido pelo João resulta naturalmente da volumetria do objecto físico em causa. O cubo é um sólido dotado de uma *affordance* psicológica forte, direccionando a acção do sujeito para cenários de manuseamento muito padronizados, em que as seis faces dominam. Em estado de repouso, o cubo tem a tendência natural de imobilizar-se numa única face, ficando a que está voltada para cima mais destacada. Quando é manuseado, através de um movimento exploratório, a nossa atenção é dirigida para uma face de cada vez. Estes aspectos conferem ao cubo a qualidade de uma verdadeira “máquina de estados”, na qual um dos elementos está activo.

O João mapeou seis estados do modelo mental do seu artefacto com as seis faces do cubo. Os seis estados correspondem aos cinco programas de televisão e ao estado de standby. O estado activo no sistema corresponde à face que está voltada para cima, a qual representa a mensagem que aparece na comunidade digital do Skype. Por exemplo, se a face do programa televisivo correspondente à série “Dexter” se encontrar voltada para cima, na rede social do skype, a mensagem do perfil aparece “Estou a assistir ao Dexter!”. Caso a face voltada para cima corresponder ao ícone do *standby*, não aparece nenhuma mensagem no Skype.

Não se prevêem conflitos entre o modo com são activadas as funcionalidades digitais do modelo mental e o manuseamento “natural” do objecto, porque este último não possui nenhuma função específica no mundo físico.

3.3.2 Análise do uso.

Vários métodos e técnicas foram utilizados para obter informação qualitativa e dados quantitativos acerca do processo de utilização no ambiente doméstico.

Como já foi referido, o sistema ATA possui um módulo que regista (*log file*) todo e qualquer evento do sistema que tenha acontecido durante o teste no ambiente doméstico. Começamos por analisar a frequência do uso da artefacto, através da informação obtida do ficheiro *log*.

Para além da interação dos utilizadores com as funcionalidades digitais e dos gestos efectuados no objecto, o sistema ATA regista também, de modo indirecto, a presença humana. Um dos seus sensores, o acelerómetro, dada a sua extrema sensibilidade consegue “sentir” pequenas vibrações, o que permite à etiqueta ATA distinguir a presença ou ausência de actividade humana na sua proximidade. Este momentos estão representados no gráfico II.1 a cinzento claro.

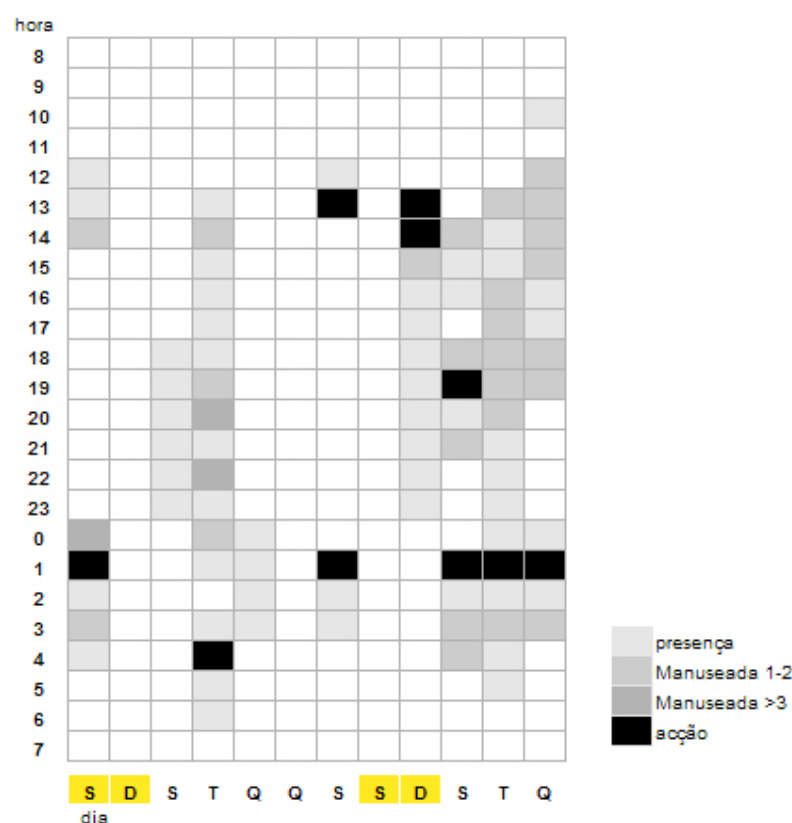


Figura II.27- A presença humana. Níveis de interacção com o artefacto e indicador de actividade física no ambiente doméstico.

Para além da presença humana, o registo dos movimento e gestos torna possível indentificar cada vez que o cubo foi voluntariamente manuseado. Por exemplo, quando alguém pega, desloca ou roda o cubo, o sistema regista esse

evento, independentemente da face ter sido mudada. No gráfico da figura II.27, representamos a frequência deste tipo de manuseamento através da intensidade do cinzento: mais escuro quando é manuseado mais do que três vezes, e a cinzento intermédio quando é manuseado uma ou duas vezes numa hora. Combinámos essa informação com os momentos em que o utilizador acciona a funcionalidade de partilha no Skype através do artefacto, representada no gráfico pela cor negra.

A disposição do histograma usando três graus de liberdade fornece-nos uma visão geral, relativo a todo o período experimental, do modo como se distribui ao longo do dia a actividade dos membros do ambiente doméstico com o cubo.

Lembramos que a influência do artefacto no ambiente doméstico, ou o seu uso, não se resume apenas à activação da funcionalidade de partilha no Skype (a negro), mas também temos de considerar a sua funcionalidade principal que consiste na etiqueta tocar a melodia que identifica cada uma das séries televisivas quando esta está prestes a começar. Podemos inferir, a partir da informação do ficheiro *log*, que nas horas em que a etiqueta registou a presença humana, alguém no ambiente doméstico esteve necessariamente exposto às notificações. Contudo a informação presente neste ficheiro não é suficiente para saber se o membro do ambiente doméstico, após ouvir a notificação abandonou a actividade que estava a realizar para ir assistir ao programa em questão. Para tomar conhecimento desses factos temos de recorrer à informação obtida na entrevista realizada na sessão de encerramento e, se possível, triangular com os dados do ficheiro *log*.

Contexto de interação

Durante a entrevista de encerramento, pediu-se ao João que descrevesse o tipo de actividades realizadas com o cubo-TV, e que tentasse localizar onde é que estas tiveram lugar e se foram realizadas com mais alguém.

O João e a Maria, como trabalham em casa e não dispõem de um horário fixo, têm por hábito combinar no ambiente doméstico actividades de lazer, trabalho e utilitárias (tarefas domésticas). O João deita-se mais tarde que a Maria e fica na sala durante a madrugada. Durante esse período, o João trabalha nos seus projectos de design no computador da secretária, ou na cozinha através do seu computador portátil enquanto come, fazendo pausas para assistir a um filme ou simplesmente ver um programa de televisão. Este relato é consistente com os dados do acelerómetro que detectam a presença humana na casa até as quatro da manhã. Também, pelo gráfico da figura II.28, podemos constatar que de manhã, pelas 10 horas, volta a surgir actividade no ambiente doméstico. Aos fins-de-semana, o João e a Maria tiram um dia para visitar os pais, e o hóspede habitualmente costuma ausentar-se durante estes dois dias.

Segundo o João, nos primeiros dias do período experimental, o cubo esteve instalado na sala ou na cozinha. No entanto, a partir de uma certa altura, passou a estar permanentemente na sala, porque o som era audível na cozinha e por esse motivo não havia necessidade de o transportar.

O João não conseguiu especificar o número preciso de vezes em que assistiu a uma das séries de televisão após ter ouvido uma notificação do cubo. Também não conseguiu quantificar, nestes casos, o número de vezes que manuseou o cubo com o objectivo de modificar o estado do skype. Todavia, relatou que “foram vários os dias” em que assistiu às séries da TV após ter sido notificado pelo cubo, e que em pelo menos quatro situações concretas recorda-se de ter manipulado o cubo para modificar e comunicar o estado na comunidade Skype.

Em todo o caso, as situações em que o João é condicionado pela notificação são em maior número do que aquelas em que ele interage voltando uma das faces do cubo para cima, quer isto dizer que nem sempre o João quis, ou pode, comunicar o evento na Internet quando assistia a uma das séries televisivas. Duas razões são apontadas pelo João: dificuldade em compreender o *feedback* do cubo ou simplesmente não quis. No primeiro caso, a razão é de ordem técnica. Cada vez que o cubo é manuseado, e uma acção é explícita é reconhecida pelo

sistema ATA, como por exemplo mudar a face, a etiqueta produz curto aviso sonoro dando *feedback* ao utilizador. Contudo, o sensor e ao algoritmo de detecção não garantem uma exactidão para cem por cento dos casos, e nem sempre a mudança de face é reconhecida. Apesar de nos testes em laboratório o reconhecimento ter atingido uma taxa de cerca de 80 por cento, o número de casos em que o sistema não reconhece é ainda suficientemente elevado para criar alguma ambiguidade quando é usado.

A segunda razão apontada pelo João, para o facto de ele não ter usado a funcionalidade de partilha do estado no skype sempre que assistia a uma série, deveu-se, simplesmente, ao esquecimento - como obriga o utilizador a um pequena acção, ele tende a ignorar esta funcionalidade. Ou seja, a frequência desta acção não dependeu propriamente do contexto da actividade em questão.

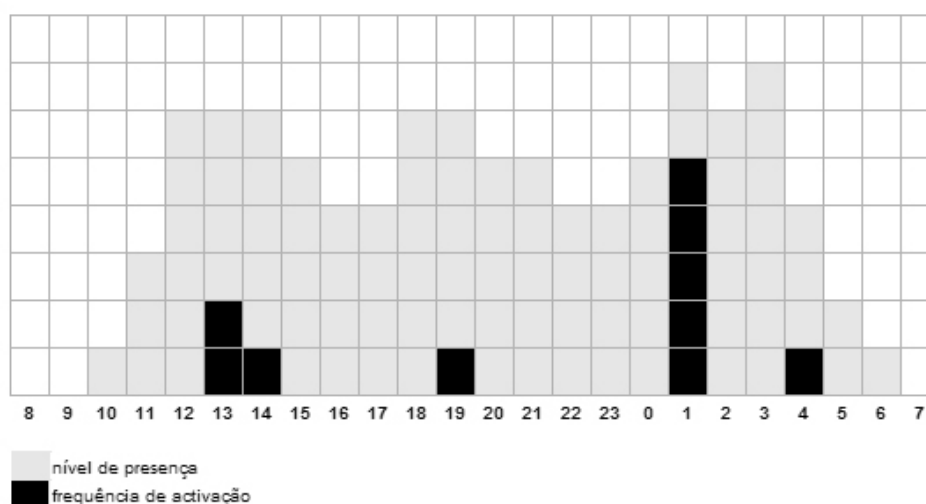


Figura II.28 - Frequência diária da interação com o Cubo TV. No eixo vertical está representado o número absoluto de dias em que se registou a activação da funcionalidade de partilha no Skype (a negro) e a presença humana na sua proximidade (cinzento) no ciclo diário.

Uma das situações de uso reportadas aconteceu durante o período de almoço e as restantes durante a noite. Em algumas situações, o João descreve que se encontrava a trabalhar na secretária quando foi surpeendido pelo cubo, levando o João a Maria a interromper a actividade para assistir à série em questão.

Quando questionado sobre se a introdução do cubo alterou a frequência com que assiste à televisão, o João relatou que não sentiu uma mudança significativa a esse nível. No entanto, constatou que passou a consultar com menos frequência a página da Internet que disponibiliza a grelha de programação da TV.

O gráfico da figura II.28, organiza os dados do ficheiro *log*, representando na vertical, a frequência de activação da funcionalidade do Skype ao longo do dia. São distintos três picos de actividade: o período do almoço, entre as 13 e as 14 horas, o período do jantar, entre as 18 e as 19 horas, e o período nocturno entre a 1 e as 3 horas. Neste três intervalos, o número de dias em que a etiqueta detectou actividade humana foi pelo menos seis.

Podemos também constatar, através da leitura do histograma II.28 que existe um certa independência entre o nível de actividade na casa e a activação da funcionalidade de partilha no Skype. Ainda que algumas destas activações possam não corresponder a situações reais de uso, é evidente que nos períodos do almoço e do jantar, apesar da actividade ser mais elevada, esse facto não está associado um aumento significativo ao nível do uso, como por exemplo, quando comparado com o período nocturno. Podemos concluir que o uso do cubo está associado ao período nocturno e coexistindo com actividades de trabalho e lazer.

3.4 Avaliação do teste experimental da Mariana.

Como já tivemos oportunidade de referir, no caso da Mariana, não foi possível realizar a última etapa do período experimental, correspondente ao uso do artefacto. Apesar deste facto, o estudo empírico do caso da Mariana forneceu informação muito valiosa sobre o processo de adaptabilidade, tendo ficado concluído o modelo mental do artefacto e todo o processo de desing produzido inicialmente durante as sessões de formação.

3.4.1 Descrição do ambiente doméstico e caracterização do participante.

A entrevista e o guião que serviu de apoio à sessão introdutória com a Mariana está disponível no apêndice 5.

A Mariana tem 33 anos de idade, vive com o seu companheiro Hugo de 34 anos, e o filho, uma criança com 2 anos. A Mariana está grávida e o casal espera brevemente o nascimento de uma bebé. Vivem num apartamento no centro da cidade de Aveiro, um T3, com divisões de média dimensão, de acordo com a sua percepção. A sala-de-estar é ampla e surge no prolongamento da cozinha, conforme podemos observar da vista em planta na figura II.29.

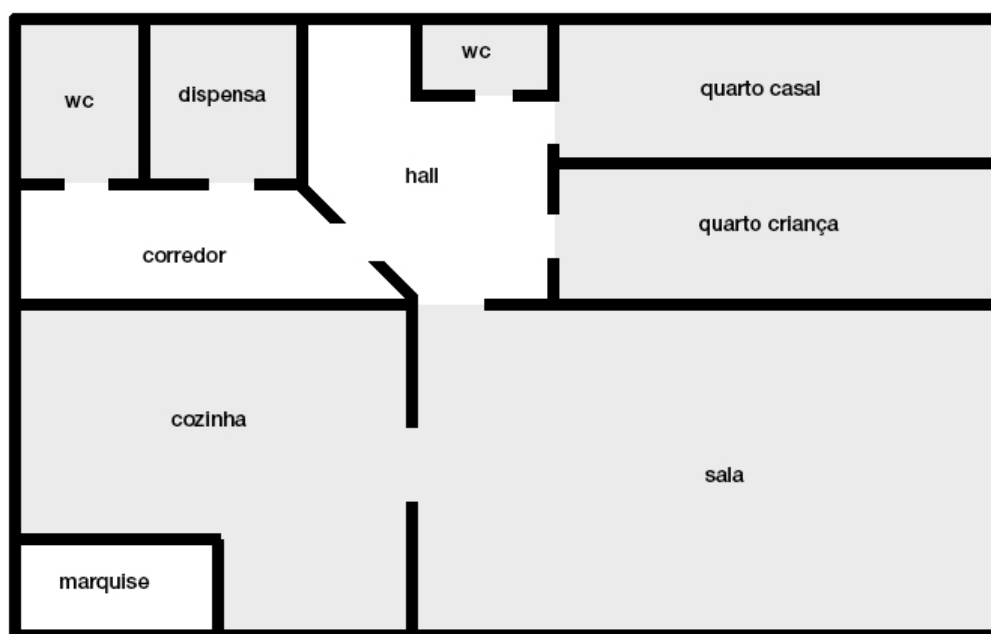


Figura II.29 - Vista em planta da casa da Mariana.

O ambiente doméstico da Mariana é um espaço frequentado semanalmente por leque muito variado de pessoas. Para além dos três elementos que habitam a casa, os pais de Mariana e do Hugo são presença habitual, assim como dois amigos íntimos da família, e ainda a funcionária, que tem por função realizar tarefas domésticas e ocasionalmente cuidar da criança. Trata-se, portanto, de um espaço muito vivido cuja presença humana é constante.

Não é de estranhar que, de acordo com a entrevista e o questionário da sessão introdutória, a Mariana tenha a percepção que toda a casa é um amplo espaço público, com excepção do quarto do filho e dos quartos-de-banho. E mesmo no caso particular do quarto, a Mariana encara-o como se tratando de espaço híbrido, ou seja que pode comutar entre um regime privado e público. Este facto também é confirmado pelo regime de acesso da Mariana, e dos restantes membros, aos vários subespaços que compõem o ambiente doméstico. Qualquer uma das pessoas, referidas pela Mariana, que frequentam o ambiente doméstico têm livre acesso a toda e qualquer uma das divisões.

A profissão da Mariana e do Hugo, que são professores, implica que trabalhem tanto fora de casa, na respectiva escola ou instituição, com na sua própria casa. A sala e a cozinha são os lugares privilegiados para a realização de actividades relacionadas com o trabalho. Na verdade, a sala e a cozinha não se encontrando fisicamente separadas, funcionam com um único e amplo espaço polivalente, onde se desenrolam as mais variadas actividades: lazer e trabalho, ou actividades utilitárias relativas ao próprio ambiente doméstico.

Além da profissão principal, a Mariana desenvolve em casa um conjunto de actividades criativas de natureza autotélica, algumas das quais, relacionadas com a concepção e criação de artigos ou acessórios de moda. Nestes últimos, são produzidos acessórios, ou simplesmente ideias que posteriormente são publicadas num blog de sua autoria, ou comercializados na Internet através de um sítio de comércio electrónico. O nível de participação da Mariana nas redes sociais é muito elevado, facto que se reflecte ao nível da diversidade de TIC que usa e tem ao seu dispor no dia-a-dia. O blog, com cerca de 7 anos, é actualizado com frequência. A Mariana conta ainda uma presença activa na comunidade do *Facebook*, *Twitter*, *Skype* e *youtube*, e usa diariamente várias funcionalidades da web, como por exemplo, agregadores de serviços da web 2.0 e syndicação de conteúdos através de diversos canais RSS. Todos estes serviços e funcionalidades são acedidos através do *Smartphone*, do computador de secretária situado na sala, do *Tablet*, ou do computador portátil.

O computador portátil, o *Tablet* e o *Smartphone* são também usados nos

quartos, sobretudo no quarto do casal. O *Smartphone* corre uma aplicação de notificação em tempo real de *Email*, *Twitter* e do *Facebook*, matendo a Mariana sempre actualizada relativamente a qualquer novo evento que aconteça naqueles serviços ou comunidades sociais digitais.

3.4.2 O processo de design

O processo de design do artefacto iniciou-se durante o período em que decorreram as sessões de formação da tecnologia ATA. Como previsto, na primeira sessão o investigador instalou o servidor ATA e apresentou uma visão geral do sistema. Nas sessões seguintes, foram usados os sólidos geométricos de acrílico para implementar exemplos concretos de adaptação, com o objectivo de dar a conhecer à participante as funcionalidades digitais do sistema ATA e o seu modo de funcionamento. A Mariana propôs várias ideias de adaptação de objectos do seu quotidiano, as quais foram sendo debatidas com investigador ao longo das sessões formação. O objectivo inicialmente traçado para estas sessões consistia em instruir o participante, sobre o modo de funcionamento do sistema ATA, de forma a torná-lo tecnicamente autónomo, para que o processo de design fosse realizado sem influência do investigador. No teste experimental da Mariana, assim como no anterior, tal não veio a suceder-se: os participantes fizeram questão de serem apoiados pelo investigador quer durante o processo de idealização, quer no decorrer da implementação do design através da tecnologia ATA.

Várias ideias, muitas das quais baseadas em sistemas notificadores, foram simplesmente abandonadas devido ao facto das respectivas funcionalidades estarem já presentes no *smartphone*, ou no computador *tablet*.

O modelo mental do artefacto

O artefacto desenvolvido pela Mariana é um candeeiro adaptado para

comunicar a previsão do estado tempo para a cidade de Aveiro. Conforme podemos ver na figura II.30, a etiqueta foi instalada no interior do abajur. Sempre que o candeeiro é rodado, por exemplo pela sua base, a etiqueta toca uma melodia, e simultaneamente, emite uma luz com a cor correspondente ao tempo que irá fazer sentir.



Figura II.30 - Candeeiro com notificação do estado do tempo. No topo à esquerda, a mesa de cabeceira. Em baixo do lado esquerdo, vista geral do quarto da Mariana. À direita, candeeiro adaptado com a etiqueta ATA.

A Mariana categorizou a variabilidade do tempo meteorológico em 4 estados diferentes: mau tempo, tempo ameno, calor e muito calor. As condições para despoletar um ou outro estado baseam-se na temperatura e na possibilidade de ocorrência de chuva. Assim, se chover ou se a temperatura for inferior a 16 graus cº, quando o candeeiro é “questionado” pelo utilizador através do gesto pré-definido, assume o estado “mau tempo”. A melodia é aguda e a cor da luz emitida pela etiqueta é o azul. O tempo “ameno” corresponde a um intervalo de variação de temperatura entre os 16 e os 22 graus, sem ocorrência de chuva. Neste caso a cor da luz emitida pela etiqueta é verde. Quando a temperatura é superior a 22

graus, mas inferior a 28 graus, a etiqueta passa a comunicar o estado do tempo “calor”. A cor correspondente a este estado é o amarelo. Por fim, se a temperatura subir acima dos 28 graus, a etiqueta toca a melodia relativa ao estado “muito calor”, em tom grave, e a luz da mesma assume a cor vermelha.

A luz da etiqueta é suficientemente intensa para colorir o abajur, mesmo durante o dia quando o quarto se encontra muito iluminado pela luz do sol. Na penumbra, devido ao efeito difusor do abajur, a luz da etiqueta ilumina o quarto em toda a sua extensão. As melodias têm uma duração de 4 segundos e a luz sinaliza o estado do tempo durante cerca de 10 segundos.

A Mariana concebeu este artefacto para si, para ser usado sobretudo, diariamente quando acorda, e não espera que outras pessoas o venham a usar.

Antes decidir incorporar a etiqueta no candeeiro, a Mariana tinha pensado usar, em primeiro lugar, o relógio despertador. Contudo, tal não veio a suceder-se devido à dificuldade sentida pela Mariana em encontrar um gesto diferenciador, que não conflituasse com os gestos exigidos pelo uso das funções nativas do objecto, designadamente nas acções de consultar as horas, configurar e desligar o alarme.

Ao invés, o candeeiro raramente é movimentado, e quando é, poucas vezes é rodado. Por esta razão, o gesto escolhido para activar a funcionalidade digital foi a rotação do objecto, em qualquer um dos sentidos. A Mariana referiu que, mesmo naqueles casos em que um gesto no candeeiro fizesse accionar involuntariamente a funcionalidade digital, tal facto não teria importância, nem teria qualquer consequência negativa no uso do natural do candeeiro.

Motivação

A principal razão para a criação deste artefacto surge do hábito que a Mariana tem, logo quando acorda, de consultar no seu smartphone a aplicação do estado do tempo. A Mariana confessa que esta informação tem um papel importante na

sua vida quotidiana, e que o estado do tempo exerce sobre si uma grande influência psicológica. Por essa razão, têm ao seu dispor várias aplicações que consulta diariamente para obter este tipo de informação. Uma das primeiras tarefas que realiza quando acorda é, precisamente, escolher a roupa que vai usar naquele dia em função da informação da previsão sobre o estado tempo. A condição de gravidez em que a Mariana se encontra tornou-a ainda mais sensível às condições meteorológicas: o tempo quente fá-la sentir-se muito desconfortável.

Por vezes, nem sempre o *smartphone* está no quarto e, mesmo nas situações em que fica pousado sobre a mesa-de-cabeceira, o acesso à informação através da aplicação não é imediato, exigindo da parte do utilizador um conjunto de acções de navegação. Geralmente, na mesa-de-cabeceira, estão apenas dois objectos: o candeeiro e o relógio despertador. A Mariana procura, através deste artefacto que está sempre acessível no momento em que acorda, um modo fácil e imediato para consultar a previsão do estado do tempo.

Podemos concluir que as funcionalidades previstas no design do artefacto encontram-se disponíveis no ambiente doméstico, e que o factor principal que leva a participante a criar o artefacto é busca de um novo contexto de utilização.

Fabrico

Pese embora a Mariana possua as competências para fabricar um novo artefacto de raiz, e tenha à sua disposição os recursos necessários no ambiente doméstico, optou por uma solução de conversão simples. O objecto foi adaptado incorporando funcionalidades digitais a um objecto já existente. A sua morfologia é do tipo simples, portanto, composta por um único elemento.

Há que referir que o candeeiro, antes do processo de adaptação, era um objecto sem nenhuma relação com o mundo digital, tendo apenas uma função utilitária. Trata-se de um objecto adquirido recentemente pela família, sem nenhum significado simbólico especial para a Mariana, ou para os restantes membros do ambiente doméstico.

A etiqueta foi fixada no interior do candeeiro através de fita-adesiva de dupla-face. O LED de alto brilho da etiqueta foi orientado para a parte superior de modo a iluminar o abajur.

Condicionantes do sistema

Não se verificaram condicionantes ao nível do sistema ATA. Apesar da Mariana ter referido que a capacidade do sistema ao nível do áudio era algo limitada, tal facto não se reflectiu neste objecto em particular. As melodias eram facilmente identificadas, permitindo distinguir com clareza os quatro estados.

Ao nível das características físicas da etiqueta, também neste caso a sua dimensão, peso e volumetria não tiveram uma influência significativa no processo de adaptação do artefacto, uma vez que ao ser posicionada no interior do abajur, a etiqueta não ficou visível.

O comportamento da etiqueta foi personalizado no *backoffice* ATA pela Mariana com o apoio e a ajuda do investigador, não se tendo verificado um total autonomia

3.5 Avaliação do modelo conceptual

Um número limitado de testes experimentais não são suficientes para validar o modelo conceptual proposto na presente tese. Mesmo ignorando as dificuldades que uma afirmação como a anterior coloca, designadamente a possibilidade de um modelo de interação poder ser ou não validado sem que várias condições ou factores se verifiquem, dada a complexidade do fenómeno da adaptabilidade, seria necessário, por um lado, estender o estudo empírico a outras tecnologias de adaptabilidade para além da tecnologia ATA, e por outro, aprofundar o estudo empírico levando os testes a um maior número de ambientes domésticos,

permitindo uma maior variabilidade.

O objectivo do modelo conceptual proposto é criar um quadro de análise que procure descrever como se realiza, no ambiente doméstico, o processo da adaptabilidade, e ajudar o designer de interação a compreender as razões que estão na sua origem e as condições, ou os factores que podem ser determinante neste processo. Mais importante do que tentar validar o modelo, importa neste estudo introdutório e exploratório do fenómeno da adaptabilidade, proceder no sentido o inverso: procurar identificar a presença, ou os traços que definem o modelo conceptual ATA, nos casos empíricos estudados.

A análise dos testes experimentais confirma a ideia que a unificação dos planos intersubjectivos do design e do uso é uma propriedade axiomática do fenómeno da adaptabilidade. O modelo mental dos artefactos, quer num caso quer noutro, incorpora características únicas do ambiente de interação, e das suas práticas específicas quotidianas. O artefacto do João é desenhado e “pensado para si”: os conteúdos digitais, representados simbolicamente pelas faces do cubo, correspondem aos seus programas de televisão preferidos, e o uso pretendido do artefacto vai ao encontro do modo singular como o João combina o lazer com as actividades relacionadas com o trabalho.

De modo similar, no processo de adaptabilidade do teste experimental da Mariana, verifica-se que o modelo mental de funcionamento do artefacto concebido por si, incorpora características específicas das actividades pertencentes ao quotidiano de Mariana, em especial do período relativo ao acto de acordar.

O segundo eixo do modelo conceptual descreve a plasticidade do processo de adaptabilidade no ambiente doméstico. O modelo mental dinâmico, que se traduz num processo contínuo de uso e readaptação, pressupõe como condições iniciais que o artefacto produza efeitos materiais nas actividades e disposições físicas do ambiente doméstico e que seja de facto usado. Devido ao facto de não termos dados disponíveis relativamente ao uso do artefacto concebido pela Joana, somos forçados a centrar esta parte da análise no teste do João. Desta última, podemos constatar que o cubo-TV foi usado com frequência no ambiente doméstico

do João, tornando-se num elemento activo intervindo nas actividades do trabalho e de lazer.

O processo de reajustamento do modelo de mental do cubo deu-se a dois níveis, durante o fase inicial do design do artefacto e no final do período do teste experimental. O processo de design do Cubo foi um processo dinâmico, durante o qual o João reajustou vários aspectos relativos ao seu modo de funcionamento. Na sua versão inicial, o artefacto não dispunha de uma função de *standby* para a a funcionalidade da notificação do *Skype*, sendo que as 6 faces do cubo correspondiam a 6 programas televisivos. Durante a fase inicial do design do artefacto, entre duas das sessões acompanhadas pelo investigador, o João testou o cubo, informalmente e de modo espontâneo, no ambiente doméstico.

Destes ensaios, o João sentiu a necessidade de introduzir no design do artefacto um estado em que o utilizador, deliberadamente, ignorava a funcionalidade do *Skype*. Antes desta alteração, sempre que o utilizador pretendesse notificar no *Skype* que se encontrava a assistir ao programa, tinha de erguer o cubo no ar e agitá-lo, deixando a face do respectivo programa voltada para cima. O João compreendeu, por um lado, que este procedimento não permitia, passado algum tempo, lembrar ou certificar-se do estado da notificação do *Skype*, por outro lado, o sistema não permitia apagar a notificação. Subsequentemente, foi reduzido de seis para cinco o número de programas associado ao cubo, libertando uma das faces para a função de limpar a notificação do *Skype*. Assim, sempre que um utilizador olhasse para o cubo, ficava imediatamente a saber o estado da notificação do *Skype*.

Foi ainda introduzido, a este propósito, um *timeout* (um temporizador) que limpa automaticamente o estado do *Skype*, após ter decorrido um período de duas horas da notificação. O objectivo deste pequeno ajustamento foi o de impedir que o utilizador, por esquecimento, deixasse o estado do *Skype* com a mensagem de notificação por longos períodos após se ter assistido ao respectivo programa.

De acordo com o modelo conceptual que propusemos para analisar o fenómeno da adaptabilidade dos MediaTangíveis, factores de variada ordem

podem estar na origem da readaptação e uso. O reajustamento levado a cabo pelo João em resultado do ensaio preliminar que acabámos de descrever, deveu-se a factores de ordem conceptual. Constatámos que o participante aprefeioou o design do artefacto face a problemas de natureza conceptual relativos ao próprio modelo mental de utilização e, portanto, que este processo não se deveu a factores de ordem técnica ou ambiental.

O carácter dinâmico do modelo mental do artefacto desenvolvido pelo João não se traduziu apenas neste episódio. Apesar de ao longo do período em que decorreu o teste experimental não se terem registado modificações de natureza digital, através do *backoffice* da tecnologia ATA, nem se terem constatado modificações físicas no artefacto, na entrevista final, o João descreveu que tinha previsto realizar no futuro um conjunto de alterações ao design do artefacto. A mais importante, prendeu-se com factores de ordem ambiental e conceptual: o cubo tem desenhado, de forma permanente a tinta da china, os ícones que representam os respectivos programas de televisão. Contudo, quando estes programas deixarem ir para o ar saindo da grelha de programação, ou na eventualidade do João querer substituir um dos programas por outro, o cubo não estaria fisicamente preparado para tal adaptação. O João pretendia, a curto-prazo, reformular o modo como as faces do cubo são personalizadas. A sua proposta consistia em usar um cubo revestido em plástico, ou num outro material transparente, que permitisse desenhar em papel no interior de cada uma das faces. Neste cenário, sempre que o utilizador desejasse substituir um programa de televisão, bastaria editar o *backoffice* e inserir um novo desenho na respectiva face do cubo. O novo design iria prolongar no tempo o ciclo de vida do artefacto.

Na entrevista da sessão final, o participante admitiu que desejaria reformular um outro aspecto no design do artefacto, mas para o qual não tinha ainda chegado a uma solução. Como o artefacto não dispõe de um botão de ligar/desligar, ele fica em permanente funcionamento. Segundo o João, este facto perturba as actividades que exigem um maior nível concentração, do ponto de vista cognitivo. No tempo em que decorreu a experiência, o João reflectiu sobre este problema mas não conseguiu chegar a uma solução que lhe permitisse

implementar a funcionalidade de ligar/desligar. Todavia, uma hipótese por ele avançada, ainda que não fosse totalmente de seu agrado, consistia em sacrificar uma das faces em favor daquela funcionalidade.

3.6 Análise crítica

As duas experiências efectuadas no âmbito deste estudo são reveladoras da pertinência em estudar o fenómeno da adaptabilidade dos MediaTangíveis directamente no ambiente de interação, apesar de todas as dificuldades logísticas e metodológicas que este tipo de abordagem acarreta. Os participantes responderam com entusiasmo e satisfação ao desafio proposto pelo estudo. De acordo com as entrevistas, encararam-no como uma oportunidade, por ter ao seu dispor um maior controle sobre a tecnologia e o mundo digital, dos quais geralmente se sentem excluídos.

As duas noções ou eixos estruturantes do modelo conceptual da adaptabilidade do media tangíveis, apresentados no início da segunda parte da tese, são qualidades e referem-se a mecanismos que têm uma natureza plástica, sendo por essa razão mais difíceis de quantificar. Todavia, foi visível em ambos os casos estudados, a unificação dos planos intersubjectivos do design e do uso, e o modo como o modelo mental do artefacto ao incorporar aspectos intersubjectos reduz a dimensão interobjectiva da interface.

A partir do estudo empírico do teste do João, pudemos identificar o carácter dinâmico da adaptabilidade e como a adaptabilidade se manifesta entre o design e o uso. O modelo conceptual revelou ser um instrumento útil para compreender o mecanismo da adaptabilidade ajudando o investigador a encontrar respostas às questões: o que leva o utilizador conceber um novo objecto para o seu quotidiano ? Quais as suas motivações ? como o faz ? quais os factores e condicionantes que lhes estão associados ?

Todavia, o estudo empírico mostrou também os aspectos da tecnologia ATA que devem ser reequacionados e objecto de uma reflexão crítica. Ficou claro que em todos os ambientes estudados (Jessica, João e Mariana), as funcionalidades

presentes nos dispositivos móveis influenciaram o processo de concepção dos artefactos. O facto do *smartphone* ser móvel, estar presente na maior parte das tarefas do quotidiano, e possuir um vasto conjunto de funcionalidades digitais, torna-o numa entidade concorrente da adaptabilidade tangível. Ainda que os participantes tenham compreendido conceptualmente as diferenças substanciais que existem entre ambas, a sua influência é real.

As sessões de formação realizadas no ambiente doméstico ofereceram ao investigador a oportunidade para observar, a partir de uma posição privilegiada, o processo de design, permitindo recolher informação que de outro modo, através de momentos mais formais como por exemplo como a entrevista, seria impossível. Os participantes tiveram a oportunidade de expressar na entrevista que as características físicas da etiqueta, ou do sistema ATA genericamente, foram factores limitativos, ou condicionantes do processo da adaptabilidade. Mas tal não aconteceu, com excepção do João, que se referiu especificamente à capacidade limitada do áudio, mais nenhum aspecto neste sentido foi relevado ao longo das entrevistas. Certos detalhes são difíceis de verbalizar e apenas a observação, atenta e presencial, da tomada de decisões permite uma compreensão mais abrangente e crítica do processo de design e de fabrico do artefacto. O investigador observou que algumas ideias foram sendo postas de parte pelos participantes devido ao facto da etiqueta não ter a mesma capacidade de outros dispositivos, em especial o *smartphone* pelas razões já apontadas. Como o design final dos artefactos acabou por contornar alguns destes aspectos, eles tornaram-se menos visíveis e reconhecíveis no processo.

Assim, podemos concluir que apesar de inicialmente ter sido nossa intenção reduzir ao mínimo a presença do investigador na fase introdutória do teste experimental, o prolongamento da sua presença acabou por revelar-se positivo – permitiu ao investigador aprofundar a observação dos processos de aprendizagem e revelar alguns factores limitativos ao processo da adaptação.

Conclusão

Chegados ao final da investigação, surge o momento de realizar uma análise crítica e traçar o caminho para futuros desenvolvimentos. Olhando em retrospectiva, e para os objectivos inicialmente propostos, podemos afirmar que globalmente foram atingidos. A adaptabilidade dos media tangíveis, pela sua pertinência e actualidade, é um tema fundamental no panorama do Design de Interação e da HCI. Trata-se de um tema ainda pouco estudado, apesar de o problema da personalização do *software*, a adaptabilidade e adaptatividade, possuir um corpo teórico e prático bastante mais aprofundado e completo. Na especificidade do quadro conceptual dos media tangíveis, a adaptabilidade levanta um conjunto de dificuldades e desafios, essencialmente de natureza tecnológica. Certos desafios parecem ainda intransponíveis, designadamente a implementação da adaptabilidade a partir da abordagem da maleabilidade física.

Essa razão poderá explicar, em certa medida, a fraca representatividade que têm os projectos e os protótipos desenvolvidos que no âmbito dos media tangíveis que implementam adaptabilidade. A fraca representatividade não se manifesta apenas ao nível do desenvolvimento tecnológico como também ao nível teórico e metodológico. De facto, este tema tem sido tratado através de um conjunto disperso de artigos científicos e em reduzido número.

Tendo a presente investigação como principal objectivo o desenvolvimento e avaliação do uso de uma tecnologia tangível, adaptável e discricional, e perante o panorama de um corpo teórico pouco cimentado, foi necessário desenvolver um trabalho, ao nível da fundamentação teórica, em certa medida precursor. Esse facto, reflecte-se na aparente dispersão das abordagens teóricas que foram sendo debatidas e trazidas para a reflexão, ao longo da tese. Também a própria natureza do tema dos media tangíveis exige o cruzamento de várias perspectivas das ciências humanas e das disciplinas relacionadas com o desenvolvimento da tecnologia. Daqui decorre a necessidade de enquadrar a adaptabilidade através de conceitos e noções que têm origem na Sociologia e na Filosofia.

A esfera da produção técnica não é suficiente para sustentar o desenvolvimento de tecnologias tangíveis adaptáveis. A nossa investigação procurou enquadrar esse desenvolvimento tecnológico, criando e propondo um quadro de análise conceptual específico para o problema. Como esse trabalho ainda não foi realizado de modo sistemático e formal no âmbito da HCI, procurámos reunir um conjunto de contribuições teóricas de autores cujo seu pensamento sobre a tecnologia traduz também um conjunto de preocupações ao nível da comunicação humana. Adoptámos o posicionamento da fenomenologia, porque uma visão que consagra o sujeito como uma categoria prévia à tecnologia, está melhor preparada para compreender as implicações profundas da relação do Homem com os artefactos, e com a dimensão social e cultural da adaptabilidade.

Para além destes aspectos, outro marco importante que julgamos ser merecedor de atenção foi o desenvolvimento do sistema ATA, o qual enfrentou enormes desafios de natureza tecnológica. Em primeiro lugar, a etiqueta electrónica teve de ser concebida, desenhada e fabricada de raiz, uma vez que a

tecnologia disponível não se adequava aos requisitos do nosso projecto. Constatámos que parte da tecnologia semelhante, designadamente os sistemas electrónicos capazes de reconhecer o movimento com os graus de liberdade pretendidos, estava disponível nas áreas da Aeronáutica, da Saúde e do Desporto. Contudo, foi difícil transferir essa tecnologia para o contexto do nosso estudo por ter sido impossível encontrar um sistema que reunisse simultaneamente as seguintes características: dimensões reduzidas, durabilidade da bateria e transmissão de dados em tempo real. Em segundo lugar, teve de ser desenvolvido o software convencional que implementa a interface gráfica de personalização e um servidor que gerisse todo o sistema. Como não estava disponível um sistema com estas características, teve de ser pensado e desenvolvido o software original.

Adoptando agora uma perspectiva mais crítica sobre o trabalho de investigação, acreditamos que existem pontos em que ele pode ser melhorado. Na verdade, tratando-se de um trabalho de investigação que, como acabamos de apontar, explora um tema relativamente novo, temos consciência que não pode estar completo, quer na sua dimensão teórica e metodológica, quer numa dimensão mais prática, ao nível do desenvolvimento da tecnologia e do estudo empírico.

Gostaríamos de sublinhar e, ao mesmo tempo reconhecer, que a dispersão das abordagens teóricas, que evidentemente tiveram a vantagem de preservar a riqueza do objecto de estudo, é portadora de fragilidades. Deste ponto de vista, o aspecto mais difícil de conciliar é aquele que contrapõem a proposta teórica do modelo conceptual ATA e o posicionamento metodológico adoptado para o estudo empírico. De facto, a ideia de construir uma teoria, através de um modelo que produz necessariamente hipóteses sobre a realidade, como é o caso do modelo conceptual ATA, parece conflitar com o espírito da abordagem etnográfica, o qual é reconhecido por procurar libertar o conhecimento científico de sistemas prévios de valores que modelizam os fenómenos do mundo empírico. Neste ponto, temos de aceitar houve um certo grau de “instrumentalização” da abordagem etnográfica, colocando os resultados da sua abordagem ao serviço de um quadro

de análise teórico.

Ainda no capítulo teórico, reconhecemos que a noção de intersubjectividade, central para compreender o modelo conceptual ATA, não fica completa sem o aprofundamento do pensamento de alguns autores referidos, mas também alargando o debate e a reflexão da adaptabilidade dos media tangíveis, à crítica fenomenológica de autores como Heidegger e Merleau-Ponty.

De igual modo, desejariamos que o modelo conceptual ATA tivesse um mais extenso e profundo contributo da antropologia, em especial do estudo da fabricação de artefacto e da sua relação com o mundo social e cultural. Seria interessante e útil para o estudo da adaptabilidade da tecnologia tangível e digital actualizar esse conhecimento.

Por fim, perspectivamos este trabalho de investigação como alicerce de uma linha futura que dará continuidade ao estudo e aplicação da adaptabilidade dos media tangíveis. O trabalho futuro centrar-se-á nos últimos aspectos já referidos, mas também no aperfeiçoamento da tecnologia ATA e na sua aplicação a outros domínios. No futuro, procuraremos minituitar a tecnologia ATA, tornando-a menos conspícua e mais fácil de incorporar nos objectos, e dotá-la de maior capacidade, quer ao nível dos sensores, quer dos actuadores. Esperamos, num futuro próximo, alargar os teste experimentais a outras áreas que potencialmente podem beneficiar desta tecnologia, como é o exemplo da área da *acessibilidade* com especial enfoque nas pessoas com motricidade reduzida.

Referências Bibliográficas

ACKERMAN, MARK S. - The intellectual challenge of CSCW: the gap between social requirements and technical feasibility. Hum.-Comput. Interact. ISSN 0737-0024. Vol. 15, n.º 2 (2000), p. 179-203.

AIPPERSPACH, RYAN; HOOKER, BEN; WOODRUFF, ALLISON- The heterogeneous home: Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing. Seoul, Korea: ACM, 2008. ISBN/ISSN 978-1-60558-136-1.

AIRISTA - RTLS Reader and 2.4GHz TDOA Tag [em linha]. Airista, LLC, 913 Ridgebrook Road Suite 110, Sparks, MD 21152. [Consult. Disponível em WWW:<URL:http://airista.com/files/downloads/Airista_2.4GHz_RTLS_Reader_and_Universal_Tag.pdf>].

ALEXANDER, C. [et al.] - A Pattern Language. New York: Oxford University Press, 1977.

ANALOG_DEVICES- ADXL3351/09 - Small, Low Power, 3-Axis ± 3 g. Accelerometer, Revision 0: Initial Version. www.analog.com, 2009.

ANDERSON, R. J. - Representations and requirements: the value of ethnography in system design. Hum.-Comput. Interact. ISSN 0737-0024. Vol. 9, n.º 3 (1994), p. 151-182.

ARDUINO - Arduino Mini [em linha]. Arduino.cc. [Consult. Disponível em WWW:<URL:<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMini>>].

ARISTÓTELES - Física I e II: Aristóteles. Unicamp, 2009.

AZUMA, RONALD T. - A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6. Vol. 4 (August 1997) (1997), p. 355-385.

BAUDRILLARD, JEAN - Simulacro e Simulação. Lisboa: Relógio d'Agua, 1995

BELL, GENEVIEVE [et al.]- Designing culturally situated technologies for the home: CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems. Ft. Lauderdale, Florida, USA: ACM, 2003. ISBN/ISSN 1-58113-637-4.

BENJAMIN, W.; ARENDT, H. - Illuminations. Knopf Doubleday Publishing Group, 1968. ISBN 9780805202410.

BEYER, CHRISTIAN- Edmund Husserl: The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Winter 2011. 2011. Disponível em
WWW:<URL:<http://plato.stanford.edu/archives/win2011/entries/husserl>>.

BISHOP, C. - Installation art: a critical history. Routledge, 2005. ISBN 9780415974127.

BLEVIS, ELI- Sustainable interaction design: invention \& disposal, renewal \& reuse: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. San Jose, California, USA: ACM, 2007. ISBN/ISSN 978-1-59593-593-9.

Proceedings of the 4th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques, 2002, Notes towards an ethnography of domestic technology. City: ACM, 2002. 277-281 p.

BOELLSTORFF, TOM [et al.]- Ethnography and Virtual Worlds. Princeton University Press, 2012. ISBN/ISSN 978-0-691-14950-9.

BOUKERCHE, AZZEDINE [et al.] - Localization systems for wireless sensor networks. wireless Communications, IEEE. ISSN 1536-1284. Vol. 14, n.º 6 (2007), p. 6-12.

BRAND, STEWART - How Buildings Learn: What Happens After They're Built New York: Viking Adult, 1994. ISBN 978-0670835157

BROLL, WOLFGANG [et al.] - Arthur: A collaborative augmented environment for architectural design and urban planning. (2004).

CARRINGTON, PETERJ - Schutz on transcendental intersubjectivity in Husserl. Human Studies. ISSN 0163-8548. Vol. 2, n.º 1 (1979), p. 95-110.

CASANOVA, V.; VICENTE, L.; VIEIRA, BRACINHA - Considerações sobre as origens da política: as comunidades de chimpanzés (*Pan troglodytes*) como modelo referencial. In: VIEIRA, B. - Evolução Humana. Lisboa: Edições Cosmos, 1996.

CH_ROBOTICS - CHR-6d Digital Inertial Measurement Unit [em linha]. CH Robotics LLC, 356 N 230 W, Payson, UT 84651 [Consult. Disponível em WWW:<URL:http://www.chrobotics.com/docs/chr6d_datasheet.pdf>].

CIOLFI, LUIGINA; BARTOLUCCI, IRIDE; MURPHY, DARRAGH- Meaningful interactions for meaningful places: investigating the relationships between nomadic work, tangible artefacts and the physical environment: Proceedings of the 2005 annual conference on European association of cognitive ergonomics. Chania, Greece: University of Athens, 2005. ISBN/ISSN 9-60254-656-5.

COLEMAN, E. G. - Ethnographic Approaches to Digital Media. In: BRENNEIS, D. ; ELLISON, P. T. - Annual Review of Anthropology, Volume 39. Palo Alto: Annual Reviews, 2010. ISBN 0084-6570

978-0-8243-1939-7, p. 487-505.

COUCHOT, EDMOND - Tecnologias da Simulação: Um Sujeito Aparelhado. In: MIRANDA, J. B. D. - Real Vs Virtual - Revista de Comunicação e Linguagens. Lisboa: Edições Cosmos, 1999.

CRABTREE, ANDY; HEMMINGS, TERRY; RODDEN, TOM- Pattern-based support for interactive design in domestic settings: Proceedings of the 4th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques. London, England: ACM, 2002. ISBN/ISSN 1-58113-515-7.

CRAIG, ROBERT T - Communication theory as a field. Communication theory. ISSN 1468-2885. Vol. 9, n.º 2 (1999), p. 119-161.

DIAS, LUÍS NUNO; BRANCO, VASCO AFONSO DA SILVA - Do design de interação ao design da experiência tecnologicamente (i)mediata. Aveiro: Aveiro, 2011

DIGI-INTERNATIONAL - XBee™ ZNet 2.5/XBee-PRO™ ZNet 2.5 OEM RF Modules [em linha]. Digi International Inc. 11001 Bren Road East, Minnetonka, MN 55343 [Consult. Disponível em WWW:<URL:<https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-2.5-Manual.pdf>>].

DOURISH, PAUL - The Appropriation of Interactive Technologies: Some Lessons from Placeless Documents. Comput. Supported Coop. Work. ISSN 0925-9724. Vol. 12, n.º 4 (2003), p. 465-490.

DOURISH, PAUL- Implications for design: Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems. Montreal, Quebec, Canada: ACM, 2006. ISBN/ISSN 1-59593-372-7.

DOURISH, PAUL - What we talk about when we talk about context. Personal Ubiquitous Comput. ISSN 1617-4909. Vol. 8, n.º 1 (2004), p. 19-30.

DOURISH, P. - Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction. "The" MIT Press, 2001. ISBN 9780262041966.

Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments, 2000, Augmented reality: which augmentation for which reality? City: ACM, 2000. 165-166 p.

EDWARDS, W. KEITH; GRINTER, REBECCA E.- At Home with Ubiquitous Computing: Seven Challenges: Proceedings of the 3rd international conference on Ubiquitous Computing. Atlanta, Georgia, USA: Springer-Verlag, 2001. ISBN/ISSN 3-540-42614-0.

EISENSTEIN, J.; VANDERDONCKT, J.; PUERTA, A.- Adapting to mobile contexts with user-interface modeling: Proceedings of the Third IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'00). IEEE Computer Society, 2000. ISBN/ISSN 0-7695-0816-2.

ELLIOTT, AME [et al.] - Nurturing Technologies in the Domestic Environment: Feeling Comforted, Cared for, and Connected at Home. (2006).

FISKE, J. - Introduction to Communication Studies. Londres e Nova-Iorque: Routledge, 1990. ISBN 9780415046725.

FITZMAURICE, GEORGE W. - Graspable User Interfaces. Toronto: University of Toronto, 1996.

FITZMAURICE, GEORGE W.; ISHII, HIROSHI; BUXTON, WILLIAM A. S.- Bricks:

laying the foundations for graspable user interfaces: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Denver, Colorado, United States: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1995. ISBN/ISSN 0-201-84705-1.

FLUSSER, VILÉM - Ensaio sobre a Fotografia. Para uma filosofia da técnica. Lisboa: Relógio d' Água, 1981,1998.

Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction, 2006, Service robots in the domestic environment: a study of the roomba vacuum in the home. City: ACM, 2006. 258-265 p.

FREITAS, NUNO- ChatServer. 2009. Disponível em WWW:<URL: <http://www.broculos.net/>>.

FRISSEN, VALERIE; LIESHOUT, MARC VAN - Ict in everyday life. In: VERBEEK, P. P. ; SLOB, A. F. L. - User Behavior and Technology Development: Shaping Sustainable Relations Between Consumers and Technologies. Springer London, Limited, 2006. ISBN 9781402051968,

GAFFNEY, GERRY - Cultural Probes. [em linha]. (2006). [Consult. 2010]. Disponível na internet:<URL:<http://www.infodesign.com.au/usabilityresources/culturalprobes>>.

GAVER, WILLIAM W. [et al.] - Cultural probes and the value of uncertainty. interactions. ISSN 1072-5520. Vol. 11, n.º 5 (2004), p. 53-56.

GIANNETTI, CLAUDIA - Ars telemática – Telecomunicação, Internet e Ciberespaço. Lisboa: Relógio d'Água, 1998.

GIBSON, JAMES - The Ecological Approach To Visual Perception. 1986,

Lawrence Erlbaum Associates, 1979. ISBN 0898599598.

GIBSON, W. - Neuromancer. Phantasia Press, 1984, 1986. ISBN 9780932096418.

GRAU, OLIVER - Virtual Art: From Illusion to Immersion. MIT Press/Leonardo Books, 2003.

GROVES, P.D. - Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems, Second Edition. Artech House, 2008, 2013. ISBN 9781608070053.

GRUDIN, JONATHAN - Three Faces of Human-Computer Interaction. IEEE Ann. Hist. Comput. ISSN 1058-6180. Vol. 27, n.º 4 (2005), p. 46-62.

GU, YANYING; LO, ANTHONY; NIEMEGEREERS, IGNAS - A survey of indoor positioning systems for wireless personal networks. Communications Surveys & Tutorials, IEEE. ISSN 1553-877X. Vol. 11, n.º 1 (2009), p. 13-32.

GUZDIAL, MARK [et al.] - Analyzing and visualizing log files: A computational science of usability. (1994).

HAREL, DAVID - Statecharts: A visual formalism for complex systems. Science of computer programming. ISSN 0167-6423. Vol. 8, n.º 3 (1987), p. 231-274.

HEIDEGGER, MARTIN - Ser e Tempo. 15. Editora Vozes, Universidade São Francisco, 1927, 2005.

HEIM, MICHAEL - The Metaphysics of Virtual Reality. Oxford Univ.Pr., 1993.

HILPINEN, RISTO- Artifact: The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Winter

2011. 2011. Disponível em

WWW:<URL:<http://plato.stanford.edu/archives/win2011/entries/artifact/>>.

Proceedings of Intelligent Robots and Computer Vision XV, 1996, Computer vision-based registration techniques for augmented reality. City: SPIE, 1996. 538-548 p.

HOLZINGER, ANDREAS - Usability engineering methods for software developers. Commun. ACM. ISSN 0001-0782. Vol. 48, n.º 1 (2005), p. 71-74.

HORNECKER, EVA - Tangible Interaction. [em linha]. (2009). [Consult. Maio de 2012]. Disponível na internet:<URL:http://www.interaction-design.org/encyclopedia/tangible_interaction.html>.

HOVEN, ELISE VAN DEN; EGGEN, BERRY- Personal souvenirs as ambient intelligent objects: Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects and ambient intelligence: innovative context-aware services: usages and technologies. Grenoble, France: ACM, 2005. ISBN/ISSN 1-59593-304-2.

HOVEN, ELISE VAN DEN; EGGEN, BERRY - Tangible computing in everyday life: Extending current frameworks for tangible user interfaces with personal objects. In: Ambient Intelligence. Springer, 2004. ISBN 3540237216, p. 230-242.

HUGHES, JOHN [et al.] - Patterns of home life: informing design for domestic environments. Personal Technologies. Vol. 4 (2000).

HUMBLE, JAN [et al.] - "Playing with the Bits" User-Configuration of Ubiquitous Domestic Environments. In: 2003. p. 256-263.

HUSSERL, E. - Cartesian Meditations: An Introduction to Phenomenology. Nijhoff, 1931, 1960. ISBN 9789024700684.

HUSSERL, E. - Ideas Pertaining to a Pure Phenomenology and to a Phenomenological Philosophy (Book 1). BRILL, 1913, 1983. ISBN 9789024728527.

HUSSERL, E. - Ideas Pertaining to a Pure Phenomenology and to a Phenomenological Philosophy (Book 2). Kluwer Academic Publishers, 1930, 1990. ISBN 9780792307136.

HUSSERL, E.G. - The Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology: An Introduction to Phenomenological Philosophy. Northwestern University Press, 1935, 1970. ISBN 9780810104587.

ISHII, HIROSHI; ULLMER, BRYGG- Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Atlanta, Georgia, United States: ACM, 1997. ISBN/ISSN 0-89791-802-9.

JENKINS, HENRY - The Cultural Logic of Media Convergence. International Journal of Cultural Studies. Vol. 7, n.º 1 (2004), p. 33-43.

JOHANSON, D.; EDEY, M.A. - Lucy: The Beginnings of Humankind. Simon & Schuster, 1990. ISBN 9780671724993.

Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction, 2007, The reacTable: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces. City: ACM, 2007. 139-146 p.

Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction, 2007, reacTIVision: a computer-vision framework for table-based tangible interaction. City: ACM, 2007. 69-74 p.

KERCKHOVE, DERRICK DE - A Pele da Cultura. Lisboa: Relógio d' Água, 1995,1997.

KIOUSIS, SPIRO - Interactivity: a concept explication. new media & society. ISSN 1461-4448. Vol. 4, n.º 3 (2002), p. 355-383.

KIRK, DAVID S. [et al.]- Opening up the family archive: Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work. Savannah, Georgia, USA: ACM, 2010. ISBN/ISSN 978-1-60558-795-0.

KNIGHT, PETER- Narcoleptic - A sleep library for Arduino. 1. 2010.

LASSWELL, HAROLD D - The structure and function of communication in society. In: BRYSON, L. - The communication of ideas. New York: Harper, 1948.

LATOUR, BRUNO - On Interobjectivity. Mind, Culture, and Activity. ISSN 1074-9039. Vol. 3, n.º 4 (1996), p. 228-245.

LEM, STANISLAW - Congresso futuroológico. Lisboa Editorial Caminho, 1971,1986.

LEM, STANISLAW - Solaris. Lisboa: Europa-América, 1961,1983.

LEONARDI, CHIARA [et al.]- Knocking on elders' door: investigating the functional and emotional geography of their domestic space: Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems. Boston, MA, USA: ACM, 2009. ISBN/ISSN 978-1-60558-246-7.

LEONIDIS, ASTERIOS; ANTONA, MARGHERITA; STEPHANIDIS, CONSTANTINE - Rapid prototyping of adaptable user interfaces. International

Journal of Human-Computer Interaction. ISSN 1044-7318. Vol. 28, n.º 4 (2012), p. 213-235.

LÉVY, PIERRE - A Inteligência Colectiva – Para uma Antropologia do Ciberespaço. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.

LÉVY, PIERRE - O que é o Virtual? Lisboa: Quarteto, 2001.

LEVY, P.; DA COSTA, C.I. - tecnologias da inteligência. As. EDITORA 34, 1993. ISBN 9788585490157.

LOPES, CONCEIÇÃO - Uma dinâmica sistémica de direcção e controle dos processos de comunicação ao serviço da missão institucional. (2005).

LYOTARD, J.F. - The Post-Modern Condition: A Report on Knowledge. Manchester University Press, 1979,1984. ISBN 9780816611737.

MANOVICH, LEV - The poetics of augmented space. Visual Communication. Vol. 5, n.º 2 (2006), p. 219-240.

MCDONALD, CHRIS - Hand Interaction in Augmented Reality. The Ottawa-Carleton Institute for Computer Science, 2003.

MERLEAU-PONTY, MAURICE - The Primacy of Perception: And Other Essays on Phenomenological Psychology, the Philosophy of Art, History and Politics. Northwestern University Press, 1964.

MILGRAM, PAUL; KISHINO, FUMIO - A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information Systems. Vol. E77-D, n.º 12 (1994).

MILGRAM, PAUL [et al.] - Augmented reality: a class of displays on the reality-

virtuality continuum. (1995), p. 282-292.

2006, Implications of adaptive vs. adaptable UIs on decision making: Why “automated adaptiveness” is not always the right answer. City: Citeseer, 2006.

MIRANDA, JOSÉ BRAGANÇA DE - Fim da mediação? De uma agitação na metafísica contemporânea,. In: MIRANDA, J. B. D. - Real Vs Virtual - Revista de Comunicação e Linguagens. Lisboa: Edições Cosmos, 1999.

MORRIS, ROBERT- the Wedges. Benjamin Franklin Parkway, Philadelphia, 1970.

MUGELLINI, ELENA [et al.] - Using personal objects as tangible interfaces for memory recollection and sharing: Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction. Baton Rouge, Louisiana: ACM, 2007. ISBN/ISSN 978-1-59593-619-6.

MYERS, BRAD A. - A brief history of human-computer interaction technology. interactions. ISSN 1072-5520. Vol. 5, n.º 2 (1998), p. 44-54.

NIELSON, JAKOB- Usability Engineering: Morgan Kaufmann. San Francisco 1994. ISBN/ISSN ISBN 0-12-518406-9.

NORMAN, DONALD- Affordances and Design, acedido em 2012,
http://www.jnd.org/dn.mss/affordances_and.html. Don Norman & The Nielsen Norman Group, 2004. Disponível em
WWW:<URL:http://www.jnd.org/dn.mss/affordances_and.html>.

NORMAN, DONALD A. - The psychology of everyday things / Donald A. Norman. New York : : Basic Books, 1988. ISBN 0465067093.

O'BRIEN, JON [et al.] - At home with the technology: an ethnographic study of a

set-top-box trial. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact. ISSN 1073-0516. Vol. 6, n.º 3 (1999), p. 282-308.

O'DOHERTY, JOSEPH E. [et al.] - Active tactile exploration using a brain-machine-brain interface. Nature. ISSN 0028-0836. Vol. 479, n.º 7372 (2011), p. 228-231.

OPPERMANN, R. - Adaptive User Support: Ergonomic Design of Manually and Automatically Adaptable Software. Lawrence Erlbaum Associates, Incorporated, 1994. ISBN 9780805816556.

OSWALT, W.H. - Habitat and technology: the evolution of hunting. Holt, Rinehart and Winston, 1972. ISBN 9780030033063.

P. MILGRAMI, F. KISHINO - A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information Systems. ISSN 1617-4909. Vol. E77-D(12) (1994), p. 1321-1329.

PANGARO, GIAN; MAYNES-AMINZADE, DAN; ISHII, HIROSHI- The actuated workbench: computer-controlled actuation in tabletop tangible interfaces: Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology. Paris, France: ACM, 2002. ISBN/ISSN 1-58113-488-6.

POPPER, K.R. - O realismo e o objetivo da ciência: 1.º volume do Pós-Escrito à lógica da Descoberta Científica. 2ª edição. Dom Quixote, 1956,1992.

Proceedings of Tangible and Embedded interaction, TEI '07, New York, 2007, Actuation and tangible user interfaces: The Vaucanson duck, robots, and shape displays. City: ACM, 2007. 205-212 p.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. - Interaction Design - Beyond human-computer interaction. John Wiley & Sons, 2002. ISBN 0-471-49278-7.

RAFAELI, SHEIZAF - Interactivity: From new media to communication. Sage annual review of communication research: Advancing communication science. Vol. 16 (1988), p. 110-134.

RAYMOND, ERIC STEVEN; LANDLEY, ROB W.- The Art of Unix Usability. Creative Commons. 2004. Disponível em WWW:<URL:<http://www.catb.org/~esr/writings/taouu/html/ch02.html>. >.

RICHARDS, STEPHEN [et al.] - The Use of Metaphors in Iconic Interface Design. Intelligent Tutoring Media. ISSN 0957-9133. Vol. 5, n.º 2 (1994), p. 73 - 80.

Anais do 6º SOPCOM / 4º IBERICO, Lisboa, 2009, Pontes, janelas e peles: compreensão e experiência com interfaces computacionais. City: Universidade Lusófona, 2009.

RODRIGUES, ADRIANO DUARTE - A Organização Estrutural Hierarquica das Interações Verbais. (2012).

RODRIGUES, ADRIANO DUARTE - Comunicação e Cultura – a experiência cultural na era da informação. Lisboa: Presença, 1993. ISBN 972-8744-33-1.

RODRIGUES, ADRIANO DUARTE - Experiência, modernidade e campo dos media. Biblioteca On Line de Ciências da Comunicação. Portugal. (1999).

RODRIGUES, ADRIANO DUARTE - Para uma teoria da experiência. Revista da Faculdade de Sociais e Humanas. ISSN 0871-2778. Vol. 19 (2007), p. pp. 7-21.

RODRÍGUEZ, VERÓNICA; AYALA, GERARDO - Adaptivity and Adaptability of Learning Object's Interface. International Journal of Computer Applications. Vol.

37, n.º 1 (2012), p. 6-13.

ROVINGNETWORKS - RN-XV Data Sheet [em linha]. Roving Networks, 809 University Avenue, Los Gatos, CA 95032 [Consult. Disponível em WWW:<URL:<http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Wireless/WiFi/WiFly-RN-XV-DS.pdf>>].

SAMMUT, GORDON; DAANEN, PAUL; SARTAWI, MOHAMMAD - Interobjectivity: Representations and artefacts in Cultural Psychology. Culture & Psychology. Vol. 16, n.º 4 (2010), p. 451-463.

SANTOS, ANA LUÍSA - Questões sobre a ancestralidade humana. In: VIEIRA, B. - Evolução Humana. Lisboa: Edições Cosmos, 1996.

SCERBO, MARK W. - Adaptive Automation. In: RIZZO, R. P. M. - Neuroergonomics : The Brain at Work: The Brain at Work. Oxford University Press, USA, 2006. ISBN 9780198039518,

SCHENSUL, J.J.; LECOMPTE, M.D. - Essential Ethnographic Methods: A Mixed Methods Approach. AltaMira Press, 2012. ISBN 9780759122031.

SCHMIDT, ALBRECHT; TERRENGHI, LUCIA; HOLLEIS, PAUL - Methods and guidelines for the design and development of domestic ubiquitous computing applications. Pervasive Mob. Comput. ISSN 1574-1192. Vol. 3, n.º 6 (2007), p. 721-738.

SCHRAMM, WILBOUR - How Communication Works. In: WELLS, A. ; HAKANEN, E. A. - Mass Media and Society. Ablex Publishing Corporation, 1997, 1955. ISBN 9781567502886,

SCHUTZ, ALFRED - The Problem of Transcendental Intersubjectivity in Husserl.

Schutzian Research. Vol. 2 (1966, 2010), p. 13-43.

SHAER, ORIT; HORNECKER, EVA - Tangible User Interfaces: Past, Present, and Future Directions. Found. Trends Hum.-Comput. Interact. ISSN 1551-3955. Vol. 3, n.º 1&\#8211;2 (2010), p. 1-137.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. - The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 1949.

SHUMAKER, R.W. [et al.] - Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals. Johns Hopkins University Press, 2011. ISBN 9781421401287.

SILVERSTONE, R.; HADDON, L. - Design and the domestication of information and communication technologies: technical change and everyday life: Communication by Design. The Politics of Information and Communication Technology. Oxford: Oxford University Press, 1996.

SILVERSTONE, ROGER; HIRSCH, ERIC - Los efectos de la nueva comunicación. Barcelona: Editorial Bosch, S.A., 1992. ISBN 8476763549

SMITH, ANDREW P - Different Views: Intersubjectivity, Interobjectivity and the Collapse of the Four-Quadrant Model. [em linha]. (2001). [Consult. 2012]. Disponível na internet:<URL:<http://www.integralworld.net/smith11.html>>.

SMITH, D.W. - Husserl. Routledge, 2007. ISBN 9780415289757.

SPARKFUN - IMU 6DOF Razor - Ultra-Thin IMU [em linha]. Spark Fun Electronics Inc. [Consult. Disponível em WWW:<URL:<https://www.sparkfun.com/products/retired/9431>>.

STARLINO - A Guide To using IMU (Accelerometer and Gyroscope Devices) in

Embedded applications. [em linha]. [Consult. Disponível em
WWW:<URL:http://www.starlino.com/imu_guide.html>.

STEINBERG, S. - Introduction to Communication Studies. Juta, 2007. ISBN
9780702172618.

STEPHANIDIS, CONSTANTINE; SALVENDY, GAVRIEL - Toward an information
society for all: An international research and development agenda. International
Journal of Human-Computer Interaction. ISSN 1044-7318. Vol. 10, n.º 2 (1998), p.
107-134.

STMICROELECTRONICS- LPR530AL analog gyroscope, Doc ID 15812 Rev 2.
www.st.com: STMicroelectronics, 2009.

SUCHMAN, LUCY - Human-Machine Reconfigurations. Cambridge University
Press, 2007. ISBN 9781139460347.

SUCHMAN, LUCY A. - Plans and situated actions: the problem of human-machine
communication. Cambridge University Press, 1987. ISBN 0-521-33137-4.

TAYLOR, ALEX S.; SWAN, LAUREL- Artful systems in the home: Proceedings of
the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. Portland,
Oregon, USA: ACM, 2005. ISBN/ISSN 1-58113-998-5.

TEIXEIRA, FRANCISCO- Autopoiesis e Identidade Pessoal: IDENTIDADE
PESSOAL: Caminhos e Perspectivas. Coimbra: Editora Quarteto, 2004.

THEVENIN, DAVID

COUTAZ, JOELLE - Plasticity of User Interfaces: Framework and Research
Agenda. In: SASSE, M. A. ; JOHNSON, C. W. - Human-Computer Interaction:
Interact '99 : Ifip Tc.13 International Conference on Human-Computer Interaction.

30th August-3Rd September 1000, Edinburgh, Uk. los PressInc, 1999. ISBN 9780967335506,

THWAITES, T.; DAVIS, L.; MULES, W. - Introducing Cultural and Media Studies: A Semiotic Approach, Second Edition. Palgrave Macmillan, 2002. ISBN 9780333972472.

TOLMIE, PETER; CRABTREE, ANDY- Deploying research technology in the home: Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work. San Diego, CA, USA: ACM, 2008. ISBN/ISSN 978-1-60558-007-4.

TURKLE, S. - Les enfants de l'ordinateur. Denoël, 1984. ISBN 9780671468484.

ULLMER, BRYGG; ISHII, HIROSHI - Emerging frameworks for tangible user interfaces. IBM systems journal. ISSN 0018-8670. Vol. 39, n.º 3.4 (2000), p. 915-931.

ULLMER, BRYGG; ISHII, HIROSHI- The metaDESK: models and prototypes for tangible user interfaces: Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology. Banff, Alberta, Canada: ACM, 1997. ISBN/ISSN 0-89791-881-9.

ULLMER, BRYGG; ISHII, HIROSHI; GLAS, DYLAN- mediaBlocks: physical containers, transports, and controls for online media: Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. ACM, 1998. ISBN/ISSN 0-89791-999-8.

ULLMER, BRYGG; ISHII, HIROSHI; JACOB, ROBERT J. K. - Token+constraint systems for tangible interaction with digital information. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact. ISSN 1073-0516. Vol. 12, n.º 1 (2005), p. 81-118.

UNDERKOFFLER, JOHN; ISHII, HIROSHI- Illuminating light: an optical design tool with a luminous-tangible interface: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Los Angeles, California, United States: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1998. ISBN/ISSN 0-201-30987-4.

UNDERKOFFLER, JOHN; ISHII, HIROSHI- Urp: a luminous-tangible workbench for urban planning and design: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: the CHI is the limit. Pittsburgh, Pennsylvania, United States: ACM, 1999. ISBN/ISSN 0-201-48559-1.

Procedings: BEAUTY OF MEANING, Faculty of Art and Design Jan Evangelista Purkyne University (Fakulta umění a designu UJEP), 2012, Adaptable Tangible Artifacts. City 2012.

VAIRINHOS, MÁRIO - Interactividade e Mediação. Porto: Mimesis, 2002. ISBN 972-8744-33-1.

VALINO, J. - Interactive augmented reality. New York: University of Rochester, 1998.

VAN DEN HOVEN, ELISE; SAS, CORINA; WHITTAKER, STEVE - Introduction to this Special Issue on Designing for Personal Memories: Past, Present, and Future. Human-Computer Interaction. ISSN 0737-0024. Vol. 27, n.º 1-2 (2012), p. 1-12.

VAN VELSEN, LEX [et al.] - User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review. The Knowledge Engineering Review. ISSN 1469-8005. Vol. 23, n.º 03 (2008), p. 261-281.

WAKKARY, RON; TANENBAUM, KAREN- A sustainable identity: the creativity of an everyday designer: Proceedings of the 27th international conference on Human

factors in computing systems. Boston, MA, USA: ACM, 2009. ISBN/ISSN 978-1-60558-246-7.

WANG, YAO [et al.] - SandScape [em linha]. [Consult. Disponível em WWW:<URL:<http://tangible.media.mit.edu/projects/sandscape/>>].

WARTOFSKY, M.W.; COHEN, R.S. - Models: Representation and the Scientific Understanding. Springer, 1979. ISBN 9789027709479.

WATTS, R.J. - The Pragmalinguistic Analysis of Narrative Texts: Narrative Co-operation in Charles Dicken's 'Hard Times'. G. Narr, 1981. ISBN 9783878084433.

WATZLAWICK, P.; BAVELAS, J.B.; DE AVILA JACKSON, D. - Pragmatics of Human Communication: A Study of Interactional Patterns, Pathologies, and Paradoxes. W W Norton & Company Incorporated, 1967, 2011. ISBN 9780393707076.

WEISER, MARK - The computer for the 21st century. Scientific American. Vol. 265, n.º 3 (1991), p. 66-75.

WISELY, FORREST G. - In: MOORE, D. M. ; DWYER, F. M. - Visual literacy: a spectrum of visual learning. Educational Technology Publications, 1994. ISBN 9780877782643,

WISNESKI, CRAIG [et al.] - Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information: Proceedings of the First International Workshop on Cooperative Buildings, Integrating Information, Organization, and Architecture. Springer-Verlag, 1998. ISBN/ISSN 3-540-64237-4.

WOLF, MAURO - Teorias da comunicação. 8ª. Lisboa: Editorial Presença, 2003.

Apêndice 1

Protótipo *low profile* – sistema gestual

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

Liliana Rocha - 38691
lmar@ua.pt

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.



funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	2 toques sobre a superfície plana (exerce força sobre uma face)	N/a
"pause"		Discreto	2 toques sobre a superfície plana (exerce força sobre uma face)	N/a
"fast-forward", FF	>>	contínuo	arrastar fluido e contínuo para a direita (exerce uma força inicial sobre o cubo, pelo que o mesmo vai parando lentamente)	N/a
"backward", B	<<	contínuo	arrastar fluido e contínuo para a esquerda (exerce uma força inicial sobre o cubo, pelo que o mesmo vai parando lentamente)	N/a
"next"	>>	Discreto	gira-se uma face do cubo para a direita (exerce força sobre uma das arestas)	N/a
"previous"	<<	Discreto	gira-se uma face do cubo para a esquerda (exerce força sobre uma das arestas)	N/a
"volume"	V	contínuo	gira-se continuamente o cubo para a direita (para aumentar o volume) ou esquerda (para diminuir o volume)	N/c

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

Célie Filloux celie.filloux@ua.pt

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

7

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	tocar com uma face do cubo duas vezes numa superfície	inexistente
"pause"		Discreto	tocar com uma face do cubo duas vezes numa superfície	inexistente
"fast-forward", FF	>>	contínuo	deslizar o cubo para a direita sobre uma superfície	inexistente
"backward", B	<<	contínuo	deslizar o cubo para a esquerda sobre uma superfície	inexistente
"next"	>>	Discreto	rodar a face do cubo para a direita tantas vezes quanto o número de faixas (sobre uma superfície)	inexistente
"previous"	<<	Discreto	rodar a face do cubo para a esquerda tantas vezes quanto o número de faixas (sobre uma superfície)	inexistente
"volume"	V	contínuo	rodar o cubo sobre si (sobre uma superfície): direita aumenta o volume; esquerda diminui o volume	inexistente

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010



fcflones@ua.pt
Fátima Flores

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	Apertar o cubo duas vezes seguidas	Com apenas como função estética (sem inscrições)
"pause"		Discreto	Apertar se novo duas vezes seguidas	h
"fast-forward", FF	>>	contínuo	Rodar continuamente em torno de fases paralelas, entre 1 e 2	h
"backward", B	<<	contínuo	Rodar continuamente em torno de fases	h
"next"	>>	Discreto	Rodar só uma vez no eixo de fases paralelas e intervalos regulares de 3 seg	h
"previous"	<<	Discreto	Rodar só uma vez no eixo de fases paralelas e intervalos regulares de 2 segundos	h
"volume"	V	contínuo	Rodar o cubo no eixo entre dois vértices	h

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010



O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

Mafalda Rocha
agazhu@hotmail.com

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	Paralelepípedo 2D vertical com uma face quadrada com 52se	
"pause"		Discreto	Paralelepípedo 2D horizontal com 2 faces de rectângulo com 52se, girar de posição "play" para 2 direções esquerda.	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	A partir de "play" inclinar o paralelepípedo para 2 frente. Conforme a inclinação mais depressa o tempo passa.	
"backward", B	<<	contínuo	A partir de "play" inclinar o paralelepípedo para trás. Conforme a inclinação mais depressa o tempo passa.	
"next"	>>	Discreto	De posição "play" rodar 45° para 2 direita.	
"previous"	<<	Discreto	De posição "play" rodar 45° para 2 esquerda.	
"volume"	V	contínuo	Colocar o objecto com a face quadrada virada para o utilizador. Girar para 2 direita ou esquerda conforme se quer aumentar ou diminuir o volume.	

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

Ivo Afonso

KIDSHOE@HOTMAIL.COM

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	ASSENTAR O CILINDRO BB A BASE OPOSTA.	
"pause"		Discreto	ASSENTAR O CILINDRO BB A BASE INICIAL.	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	EM POSIÇÃO HORIZONTAL, RODAR O CILINDRO PARA A DIREITA.	
"backward", B	<<	contínuo	EM POSIÇÃO HORIZONTAL RODAR O CILINDRO PARA A ESQUERDA.	
"next"	>>	Discreto	DESLOCAR O OBJECTO EM POSIÇÃO VERTICAL ("Play") PARA A DIREITA.	
"previous"	<<	Discreto	DESLOCAR O OBJECTO EM POSIÇÃO VERTICAL ("Play") PARA A ESQUERDA.	
"volume"	V	contínuo	RODAR O CILINDRO EM POSIÇÃO VERTICAL ("Play").	

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo *low-profile*
4 de maio de 2010

9

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

em cima de mesa

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	pressionar a mão no who	
"pause"		Discreto	bater com who	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	deslizar a barra para a direita	
"backward", B	<<	contínuo	deslizar a barra para a esquerda	
"next"	>>	Discreto	rodar para a direita	
"previous"	<<	Discreto	rodar para a esquerda	
"volume"	V	contínuo	deslocar a barra para cima ou para baixo	

Ana Pinheiro

pinheiro.acs@hotmail.com

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

Rui Neves

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

nota: utilização do
cubo em cima de uma
mesa / superfície

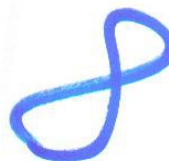
t

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	tocar com dois dedos na face superior do cubo	
"pause"		Discreto	tocar com dois dedos na face superior do cubo	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	inclinam cubo para a direita	
"backward", B	<<	contínuo	inclinam cubo para a esquerda	
"next"	>>	Discreto	inclinam cubo para a direita e tocar na face superior	
"previous"	<<	Discreto	inclinam cubo para a esquerda e tocar na face superior	
"volume"	V	contínuo	rodar direita (aumentar) e rodar esquerda (diminuir)	
shuffle on/off			agitar/deslizar cubo	
light / desligar			"Setar" com o cubo na mesa	

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

Rosário Pinheiro
Sofia Gomes



Rosário - Pinheiro @ Hotmail.co
Sofia Costa Gomes @ ua.pt

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.



funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	RODAR Para a Frente, de maneira a que a face bata na superfície	
"pause"		Discreto	RODAR Para trás, de maneira a que a face bata na superfície.	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	Dar uma inclinação +45° Para a Direita com a aresta do cubo assente na superfície durante o tempo que se quiser avançar. Para Parar voltar a Posição inicial.	
"backward", B	<<	contínuo	Dar uma inclinação +45° Para a esquerda com a aresta assente na superfície durante o tempo que se quiser avançar. Para Parar voltar a Posição inicial.	
"next"	>>	Discreto	RODAR PARA A DIREITA, RODAR de MANEIRA a que a face bata na superfície uma rotação equivale a uma faixa, várias rotações várias faixas	
"previous"	<<	Discreto	RODAR Para a esquerda, de maneira a que a face bata na superfície uma rotação equivale a uma faixa, várias rotações várias faixas	
"volume"	V	contínuo	Como cubo assente na superfície, fazer o movimento de Rotação (como um botão normal) Direite - aumenta Esquerda - Diminui	
"RANDOM"	R		Movimento de "Ativar os Dados" Como no jogo dos Dados. Quando a face toca na superfície começa uma faixa aleatória.	

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo *low-profile*
4 de maio de 2010

b

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	paralelepípedo na vertical  (vista frontal)	
"pause"		Discreto	paralelepípedo na horizontal  (vista frontal)	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	inclinação p/ a direita (q+ maior a inclinação, maior a velocidade)	
"backward", B	<<	contínuo	inclinação p/ a esquerda (semelhante ao KK)	
"next"	>>	Discreto	rotação p/ a direita, troca a base	
"previous"	<<	Discreto	rotação p/ a esq., troca a base	
"volume"	V	contínuo	quanto maior a distância, maior o volume	

4ROBERTO SILVA
a38202@ua.pt

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

91

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

utilizado nome mesa

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	movimento idêntico ao do volume. Afasta o cubo para play	
"pause"		Discreto	movimento idêntico ao volume do cubo. Aproximar o cubo da pessoa.	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	Mantendo a base e tendo o vertice virado para a pessoa, rodar para a direita	
"backward", B	<<	contínuo	Mantendo a base e tendo o vertice virado para a pessoa, rodar para a esquerda	
"next"	>>	Discreto	Rotação para a direita trocando a face	
"previous"	<<	Discreto	Rotação para a esquerda trocando a face.	
"volume"	V	contínuo	Afastamento do cubo relativamente à pessoa significa aumento do volume. Aproximação do cubo significa redução do volume.	

adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

11

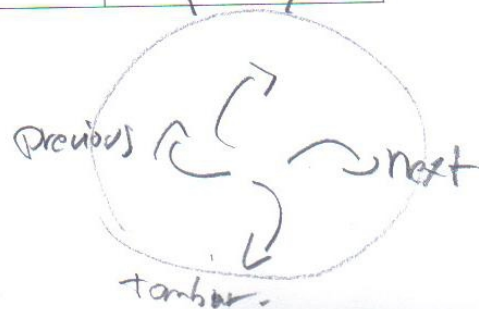
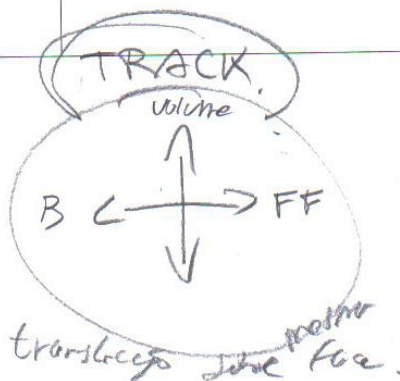
Helder Santos
Inês Rocha

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

Interações sobre superfície

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	movimento discreto sobre Z TOMBAR P/ FRENTE	
"pause"		Discreto	TOMBAR P/ TRÁS.	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	translação sobre eixo X (ou tilting) ESQ	ESQ
"backward", B	<<	contínuo	" DRT	ESQ
"next"	>>	Discreto	movimento sobre eixo X (+)	FF
"previous"	<<	Discreto	movimento sobre eixo X (-)	
"volume"	V	contínuo	translação Y	

navy



adaptable tangible artifacts

mário vairinhos
teste exploratório e preliminar com utilizadores
protótipo low-profile
4 de maio de 2010

to e toata
to me Ferreira@gale
nV

O utilizador dispõe de um
objecto sólido pré-definido que
terá de o adaptar de forma a
representar/controlar uma
playlist do Youtube.

A ideia desta interface, (parte de um protótipo)
tenciona controlar uma playlist, podendo
que o hardware utilizado para este tipo de interacção
trata-se de um cubo com um G-sensor
interno, capaz de sentir deslocações e rotações do objecto

funcionalidade	gui	Tipologia	Descrição da acção motora	Inscrição gráfica
"play"	>	Discreto	Bater o lado de uma superfície no sentido vertical	
"pause"		Discreto	"	
"fast-forward", FF	>>	contínuo	Pegar nos verticais opostos do cubo, de forma a criar um eixo, para que se possa rodar o cubo seguindo esse eixo.	
"backward", B	<<	contínuo	Rodar para a direita = >> Rodar para a esquerda = <<	
"next"	>>	Discreto	Com o cubo pausado numa superfície, Bater do lado direito = <<	
"previous"	<<	Discreto	Bater do lado esquerdo = >>	
"volume"	V	contínuo	Pegar em todos os pontos do cubo devido este emulador de forma a criar um eixo rotacional.	

A cada rotação de 90° aumenta
ou diminui um ponto do
volume

Rodar para a direita → aumenta
" " " esquerda → diminui

Apêndice 2

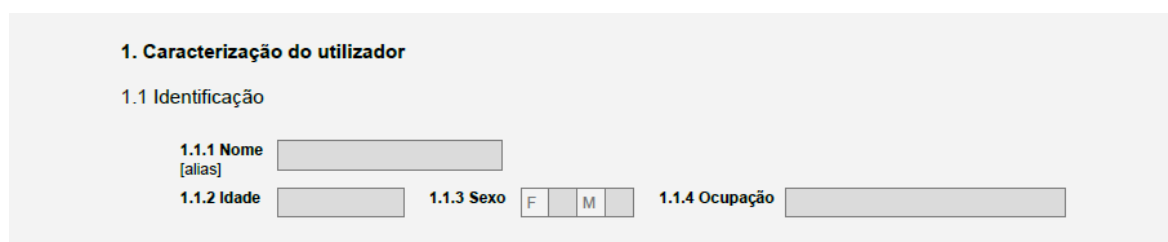
Guião do questionário

Guião do questionário da sessão introdutória

O questionário está dividido em três partes. Na primeira procura-se recolher informação sobre o utilizador, as suas competências e hábitos relativos ao uso das TIC. A segunda parte do questionário é dedicada a reunir informação acerca do ambiente doméstico. No final, um grupo de questões incide em particular, sobre a actividade de ouvir música.

1ª Parte – A caracterização do participante

No cabeçalho registam-se os dados pessoais do participante, tornando mais fácil a identificação do documento. O participante escolhe um cognome (*Alias*) que servirá para o identificar ao longo do estudo, deste modo a sua identidade é preservada. Além do *alias*, registamos a idade, o género e a ocupação profissional.



The screenshot shows a form titled "1. Caracterização do utilizador". Under the sub-header "1.1 Identificação", there are four fields: "1.1.1 Nome [alias]" with a text input box, "1.1.2 Idade" with a text input box, "1.1.3 Sexo" with two radio buttons labeled "F" and "M", and "1.1.4 Ocupação" with a text input box.

1.2 Quais os equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para aceder a serviços ou funcionalidades da Internet.

Esta questão tem por objectivo determinar a frequência como que o participante usa as TIC digitais, e a relação que o uso destas tecnologias estabelece com as disposições físicas do ambiente doméstico. A frequência do uso, além do valor informativo, constitui um importante indicador do nível de competências e recursos de que o participante dispõe. Foi adoptada uma escala métrica e absoluta para a questão da frequência do uso (1.2.6), de modo a evitar que a subjectividade, associada à percepção que cada participante tem da noção

de frequência, distorça as respostas. O uso semanal de uma tecnologia pode ser ajuizado como sendo “muito frequente” para uns utilizadores , e como “pouco frequente” para outros.

Espera-se que o processo de adaptabilidade dos media tangíveis possa substituir o uso de computador ou de outros dispositivos, sendo mais provável que esse processo de substituição ocorra nas sessões de curta duração, como por exemplo, verificar se existem mensagens novas de email ou se está alguém online no *Skype*.

1.2 Quais o equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para aceder a serviços e funcionalidades da Internet?

1.2.1 Nome do equipamento
[TV, desktop, portátil, telemóvel, outro]

1.2.2 Proprietário do equipamento.
[EU, Nome Sigla, vários]

1.2.3 Número de Pessoas que usam o equipamento para além de si.

1.2.4 Portabilidade
[Fixo ou Portátil]

1.2.5 Divisão da casa na qual utiliza o equipamento ou se encontra instalado.
[ordem de importância]

1.2.6 Frequência com que utiliza este equipamento
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

1.2.7 Utiliza o equipamento em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)?
[Sim, Não]

1.3 Caracterização dos serviços ou funcionalidades da Internet, as quais usou pelo menos uma vez nos últimos 15 dias.

O grupo 1.3 tem por objectivo identificar os serviços e funcionalidades que os participantes usam regularmente. Os principais serviços são mencionados pelo nome, servindo como uma memória externa, caso o utilizador não conseguisse recordar-se de todos. Num dos grupo, o nome é deixado em branco de forma a incentivar o participante a pensar noutros serviços não mencionados no questionário. Novamente, adopta-se uma abordagem que procura cruzar o uso da tecnologia com as disposições físicas da casa.

1.3 Caracterização dos serviços ou funcionalidades da internet as quais usou pelo menos uma vez nos últimos 15 dias.

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade	a. EMAIL	b. SKYPE	c. BLOG	d. RSS	e. TWITTER	f. YOUTUBE	g. FÓRUMS
1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]							
1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]							
1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V
1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]	S N	S N	S N	S N	S N	S N	S N

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade	h. WIKIES	i. JOGOS	j. FACEBOOK	k. RSS	l. RADIO	m. WWW	n. CHAT
1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]							
1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]							
1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V
1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos) ? [Sim, Não]	S N	S N	S N	S N	S N	S N	S N

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade	o.	p.	q.	r.	s.	t.	u.
1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]							
1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]							
1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V
1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos) ? [Sim, Não]	S N	S N	S N	S N	S N	S N	S N

2ª parte - descrição do Ambiente doméstico

O objectivo da segunda parte do questionário consiste em tentar responder a duas questões. Quem são os protagonistas que habitam a casa ou participam nas

suas actividades quotidianas? Qual a morfologia física e espacial da casa?

2.1 Os Membros do ambiente doméstico.

O primeiro grupo identifica os várias pessoas que habitam o ambiente doméstico. Além dos residentes, que podem ou não ter um vínculo de natureza familiar entre si, a casa é frequentada por outros protagonistas, tais como amigos, familiares ou pessoas encarregues da limpeza.

2. Descrição do Ambiente Doméstico

2.1 Membros que compõem o ambiente doméstico

1.1.1 Nome [Sigla]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.1.2 Grau [familiar/outro]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.1.3 Idade	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.1.4 Sexo	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>
1.1.5 Residente [se respondeu N indicar o número de visitas por semana]	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
1.1.7 Utiliza Internet	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>

2.2 Caracterização física e espacial da casa

Este grupo elenca as várias divisões ou sub espaços da casa, para cada uma delas é pedido ao participante que a qualifique. Interessa-nos compreender a percepção que o participante tem da sua casa, tanto ao nível da dimensão física, como ao nível do espaço vivido. O acesso a cada uma das divisões pode ser livre, condicionado ou mesmo interdito, e o tipo de actividades que o participante realiza em cada uma delas varia. As actividades funcionais são aquelas que estão relacionadas com função do espaço. Por exemplo, a cozinha pode ser perspectivada por certa pessoas como um espaço funcional, quando é usada exclusivamente para cozinhar, ou simultaneamente, como um espaço de lazer ou até mesmo de trabalho.

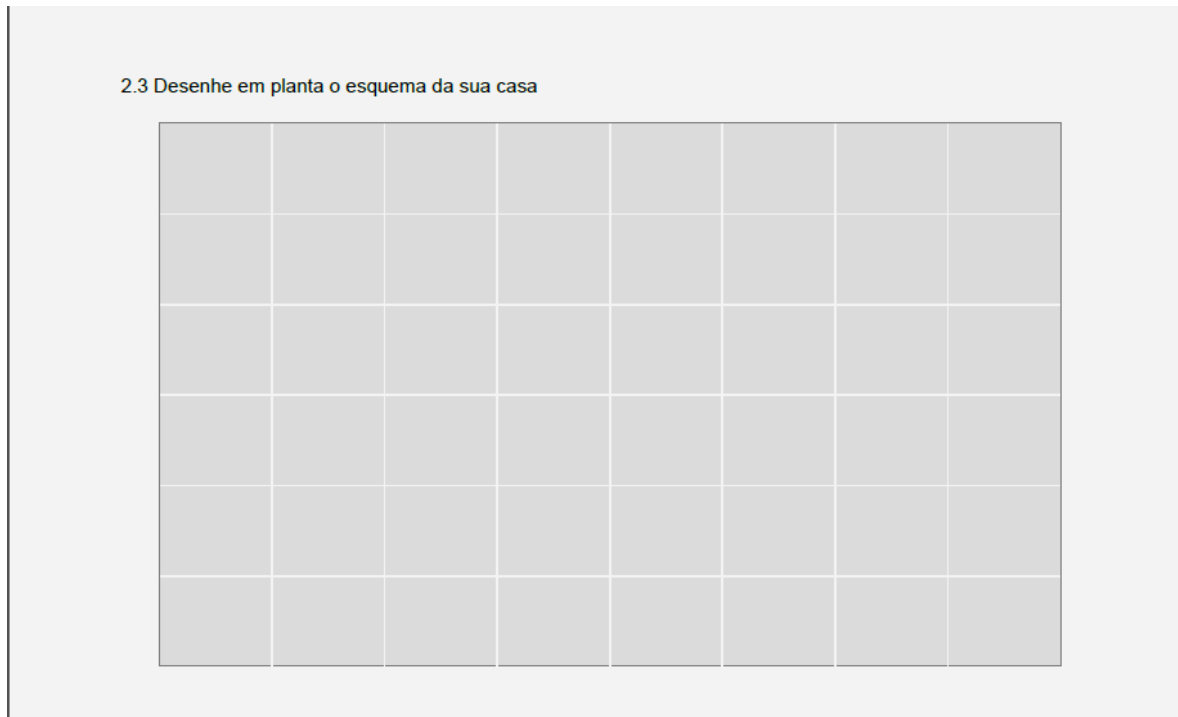
2.2 Descreva a sua casa (Caracterização do espaço físico, funcional e social da casa)

2.2.1 Nome da divisão																		
2.2.1 Dimensão [Grande, Média, Pequena]	Gr	M	Pe	Gr	M	Pe	Gr	M	Pe	Gr	M	Pe	Gr	M	Pe	Gr	M	Pe
2.2.2 Considera um espaço Público, Privado ou Híbrido?	Pú	Pr	Hí	Pú	Pr	Hí	Pú	Pr	Hí	Pú	Pr	Hí	Pú	Pr	Hí	Pú	Pr	Hí
2.2.3 Tipo de actividades que realiza na divisão	Lazer			Lazer			Lazer			Lazer			Lazer			Lazer		
	Trabalho			Trabalho			Trabalho			Trabalho			Trabalho			Trabalho		
	Funcional			Funcional			Funcional			Funcional			Funcional			Funcional		
2.2.4 Regime de acesso pelo próprio [Livre, Condicionado, Interdito?]	L	C	I	L	C	I	L	C	I	L	C	I	L	C	I	L	C	I
2.2.4 Regime do acesso pelos restantes membros [Livre, Condicionado, Interdito?]	L	C	I	L	C	I	L	C	I	L	C	I	L	C	I	L	C	I
2.2.4 Membros que diariamente frequentam o espaço																		

2.3 Desenho da casa em planta

O objectivo é ajudar o investigador a familiarizar-se com a casa do participante. É pedido aos participantes para assinalarem no esquema da casa certos equipamentos que condicionam a logística de instalação, do funcionamento e manutenção do sistema ATA. A localização do *modem* é um factor importante

porque determina a localização do servidor. Convém que este último ocupe uma localização central de modo a maximizar o alcance da comunicação rádio com as etiquetas.



3ª parte – Actividade de ouvir música.

Tendo em consideração que a actividade de ouvir música já foi objecto do protótipo RMT, e a tipologia de gestos dos sistema ATA foi concebido a partir do estudo em laboratório sobre o controle de funções de um *media player* de reprodução musical, dedicámos uma atenção especial a esta actividade. Caso os participantes decidam adaptar e criar um artefacto relacionado com esta actividade, beneficiamos da informação obtida nestes processos passados.

3.1 Caracterização da actividade

Caso o participante desenvolva um artefacto relacionado com esta actividade é

fundamental compreender se o seu uso produziu efeitos ao nível do modo como o utilizador ouve a música, na sua frequência, quer ao nível de como esta actividade se relaciona com outras.

3. Caracterização da forma como ouve música em casa.

3.1.1 Frequência
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V

3.1.2 Frequência com que ouve música em exclusividade
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V

3.1.3 Tipo de actividades que realiza em simultâneo

Lazer	
Trabalho	
Funcional	

3.3 Equipamentos usados na actividade de ouvir música.

O objectivo deste grupo consiste aprofundar a recolha de informação sobre esta actividade, nomeadamente, relacionando-a com os dispositivos electrónicos disponíveis e enquadrando-a na disposição física do ambiente doméstico.

3.2 Quais o equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para ouvir música?

3.2.1 Nome do equipamento
[Aparelhagem, Ipod, portátil, telemóvel, outro]

--	--	--	--	--	--	--

3.2.2 Proprietário do equipamento.
[EU, Nome Sigla, vários]

--	--	--	--	--	--	--

3.2.3 Número de Pessoas que usam o equipamento para além de si.

--	--	--	--	--	--	--

3.2.4 Portabilidade
[Fixo ou Portátil]

F	P										

3.2.5 Divisão da casa na qual utiliza o equipamento ou se encontra instalado.
[ordem de importância]

3.2.6 Frequência com que utiliza este equipamento
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V																			

Apêndice 3

Questionário do teste Piloto

Questionário

Artefactos Tangíveis Adaptáveis
Human Computer Interaction
CETAC.MEDIA
Departamento de Comunicação e Arte
Universidade de Aveiro

Data

1. Caracterização do utilizador

1.1 Identificação

1.1.1 Nome
[alias]
1.1.2 Idade 1.1.3 Sexo ☐ ☒ 1.1.4 Ocupação

1.2 Quais os equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para aceder a serviços e funcionalidades da Internet?

1.2.1 Nome do equipamento
[TV, desktop, portátil, telemóvel, outro]

1.2.2 Proprietário do equipamento.
[EU, Nome Sigla, vários]

1.2.3 Número de Pessoas que usam o equipamento para além de si.

1.2.4 Portabilidade [Fixo ou Portátil]

F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
	X										

1.2.5 Divisão da casa na qual utiliza o equipamento ou se encontra instalado. [ordem de importância]

<input type="text" value="Quarto"/>									
<input type="text" value="Sala"/>									
<input type="text" value="Cozinha"/>									

1.2.6 Frequência com que utiliza este equipamento [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V
			X																				

1.2.7 Utiliza o equipamento em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
X											

1.3 Caracterização dos serviços ou funcionalidades da internet as quais usou pelo menos uma vez nos últimos 15 dias.

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade	a. EMAIL	b. SKYPE	c. BLOG	d. RSS	e. TWITTER	f. YOUTUBE	g. FÓRUNS
1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]	Portátil					Portátil	Portátil
1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]	Quarto Sala					Quarto Sala	Quarto
1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]	M S D V X	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V X	M S D V X
1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]	S N X	S N	S N	S N	S N	S N X	S N X

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade	h. WIKIES	i. JOGOS	j. FACEBOOK	k. RSS	l. RADIO	m. WWW	n. CHAT
1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]	Portátil	Portátil	Portátil			Portátil	
1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]	Quarto Sala	Quarto	Quarto Sala			Quarto Sala	
1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]	M S D V X	M S D V X	M S D V X	M S D V	M S D V	M S D V X	M S D V
1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]	S N X	S N X	S N X	S N	S N	S N X	S N

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade

o. p. q. r. s. t. u.

1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço?
[ordem de importância]

1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço.
[ordem de importância]

1.3.4 Frequência de uso.
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V

1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)?
[Sim, Não]

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade

v. w. x. y. z. aa. ab.

1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço?
[ordem de importância]

1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço.
[ordem de importância]

1.3.4 Frequência do uso.
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V

1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)?
[Sim, Não]

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N

2. Descrição do Ambiente Doméstico

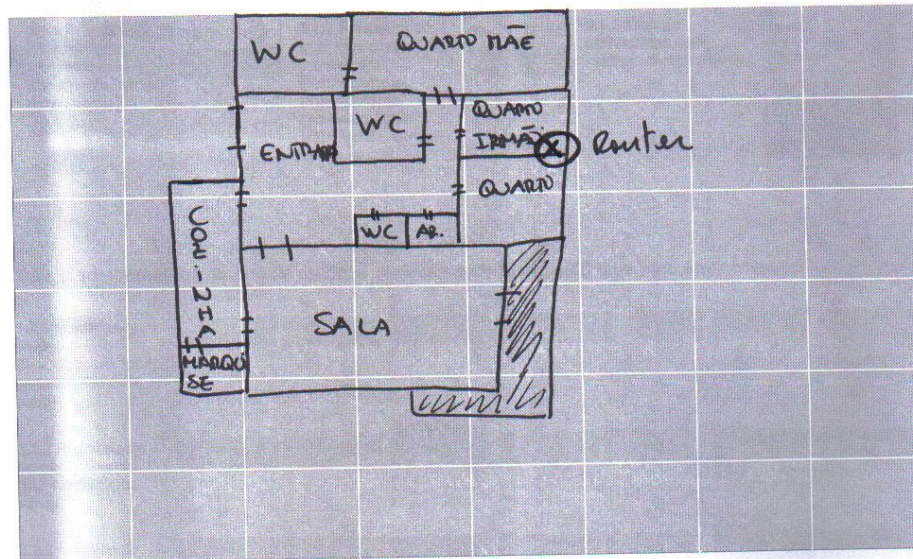
2.1 Membros que compõem o ambiente doméstico

	GC	TT	CB	YT	AT	AC	AM
1.1.1 Nome [Sigla]	GC	TT	CB	YT	AT	AC	AM
1.1.2 Grau [familiar/outro]	Mãe	irmão	amigo	pai	amigos	amigos	amigos
1.1.3 Idade	46	18	50	46	~18	~19	~40
1.1.4 Sexo	F X M	F M X	F X M	F M X	F M	F M	F M
1.1.5 Residente [se respondeu N indicar o número de visitas por semana]	S X N	S X N	S X N	S N X	S N X	S N X	S N X
1.1.7 Utiliza Internet	S X N	S X N	S X N	S X N	S X N	S X N	S N

2.2 Descreva a sua casa (Caracterização do espaço físico, funcional e social da casa)

	Sala	Quarto	Coxinha	W.C.	Quarto	Quarto	Mãe
2.2.1 Nome da divisão	Sala	Quarto	Coxinha	W.C.	Quarto	Quarto	Mãe
2.2.1 Dimensão [Grande, Média, Pequena]	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe
2.2.2 Considera um espaço Público, Privado ou Híbrido?	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí
2.2.3 Tipo de atividades que realiza na divisão	Lazer Trabalho Funcional Desporto	Lazer Trabalho Funcional Desporto	Lazer Trabalho Funcional Desporto	Lazer Trabalho Funcional Desporto	Lazer Trabalho Funcional Desporto	Lazer Trabalho Funcional Desporto	Lazer Trabalho Funcional Desporto
2.2.4 Regime de acesso pelo próprio [Livre, Condicionado, Interdito?]	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I
2.2.4 Regime do acesso pelos restantes membros [Livre, Condicionado, Interdito?]	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I
2.2.4 Membros que frequentam o espaço	GC TT CB AT AC AM	GC TT CB AT AC AM	GC TT CB AT AC AM	GC TT CB AT AC AM	GC TT CB AT AC AM	GC TT CB AT AC AM	GC TT CB AT AC AM

2.3 Desenhe em planta o esquema da sua casa



3. Caracterização da forma como ouve música em casa.

3.1.1 Frequência
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V
		X	

**3.1.2 Frequência
com que ouve
música em
exclusividade**
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V
X			

**3.1.3 Tipo de
actividades que
realiza em simultâneo**

Lazer	X
Trabalho	X
Funcional	X

3.2 Quais os equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para ouvir música?

**3.2.1 Nome do
equipamento**
[Aparelhagem, Ipod,
portátil, telemóvel,
outro]

Ipod	Portátil	Aparelhagem					
------	----------	-------------	--	--	--	--	--

**3.2.2 Proprietário
do equipamento.**
[EU, Nome Sigla,
vários]

EU	EU	(vários) TT/GC					
----	----	-------------------	--	--	--	--	--

**3.2.3 Número de
Pessoas que usam
o equipamento
para além de si.**

4	vários	vários					
---	--------	--------	--	--	--	--	--

3.2.4 Portabilidade
[Fixo ou Portátil]

F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
	X		X	X									

**3.2.5 Divisão da
casa na qual
utiliza o
equipamento ou
se encontra
instalado.**
[ordem de
importância]

Quarto	Quarto	Sala					
Corinha	Sala	Corinha					

**3.2.6 Frequência
com que utiliza
este equipamento**
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V
		X				X		X																			

Notas da entrevista:

+ Contos de e-mail
+ Canais de e-mail

email. j mail / hot mail

face say / e say / youtube /
i tu canal

teer blog.
consome blog.
nada.

RSS feeds.
nao.

RSS

Conta twitter

tem conta.

nao me ajuda nao
nao.

SKYPE

nao conta

nao sabe

o facebook ja tem

nao funciona mais

facebook

tem conta

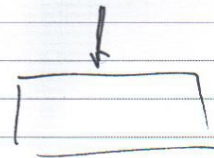
nao funciona mais

cpu speed

- todos os dias no
manha

- sempre com phone

(nao cpu sem phone)



Computador sempre ligado

Boys online

cityville

hidden chronicles

checkes - Facebook
conta de e-mail - Hotmail

manha - sempre estar em casa.

tarde - ate as 16h

noite - a partir das 21h.

Apêndice 4

Questionário do participante João

Questionário

Artefactos Tangíveis Adaptáveis
Human Computer Interaction
CETAC.MEDIA
Departamento de Comunicação e Arte
Universidade de Aveiro

Data 15/5/2012

1. Caracterização do utilizador

1.1 Identificação

1.1.1 Nome [alias] Helder A

1.1.2 Idade 34 1.1.3 Sexo ☐ F ☐ M ☒ X 1.1.4 Ocupação Designer

1.2 Quais os equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para aceder a serviços e funcionalidades da Internet?

1.2.1 Nome do equipamento [TV, desktop, portátil, telemóvel, outro]

SP
Smartphone PC Portátil

1.2.2 Proprietário do equipamento. [EU, Nome Sigla, vários]

Helder Helder Helder

1.2.3 Número de Pessoas que usam o equipamento para além de si.

0 1 1

1.2.4 Portabilidade [Fixo ou Portátil]

F	P
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F	P
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F	P
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F	P
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F	P
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F	P
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F	P
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.2.5 Divisão da casa na qual utiliza o equipamento ou se encontra instalado. [ordem de importância]

Tool(s) Sala Tool(s)

1.2.6 Frequência com que utiliza este equipamento [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M	S	D	V
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M	S	D	V
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M	S	D	V
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M	S	D	V
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M	S	D	V
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M	S	D	V
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.2.7 Utiliza o equipamento em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]

S	N
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S	N
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S	N
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S	N
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S	N
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S	N
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S	N
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.3 Caracterização dos serviços ou funcionalidades da internet as quais usou pelo menos uma vez nos últimos 15 dias.

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade	a. EMAIL	b. SKYPE	c. BLOG	d. RSS	e. TWITTER	f. YOUTUBE	g. FÓRUNS
1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]	SP Portatil Fixo	Portatil Fixo	Portatil Fixo			Portatil Fixo SP	
1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]							
1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]	M S D V X	M S D V X	M S D V X	M S D V	M S D V	M S D V X	M S D V
1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]	S N X	S N X	S N X	S N	S N	S N X	S N

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade	h. WIKIES	i. JOGOS	j. FACEBOOK	k. RSS	l. RADIO	m. WWW	n. CHAT
1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]	Portatil Fixo	Portatil Fixo SP	Portatil Fixo SP		Fixo		SP Portatil Fixo
1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]							
1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]	M S D V X	M S D V X	M S D V X	M S D V	M S D V X	M S D V	M S D V X
1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]	S N X	S N X	S N X	S N	S N X	S N	S N X

Google
Skype
Facebook

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade

o. p. q. r. s. t. u.

1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço?
[ordem de importância]

1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço.
[ordem de importância]

1.3.4 Frequência de uso.
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V

1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos) ?
[Sim,Não]

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade

v. w. x. y. z. aa. ab.

1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço?
[ordem de importância]

1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço.
[ordem de importância]

1.3.4 Frequência do uso.
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V

1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos) ?
[Sim,Não]

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N

A4

2. Descrição do Ambiente Doméstico

2.1 Membros que compõem o ambiente doméstico

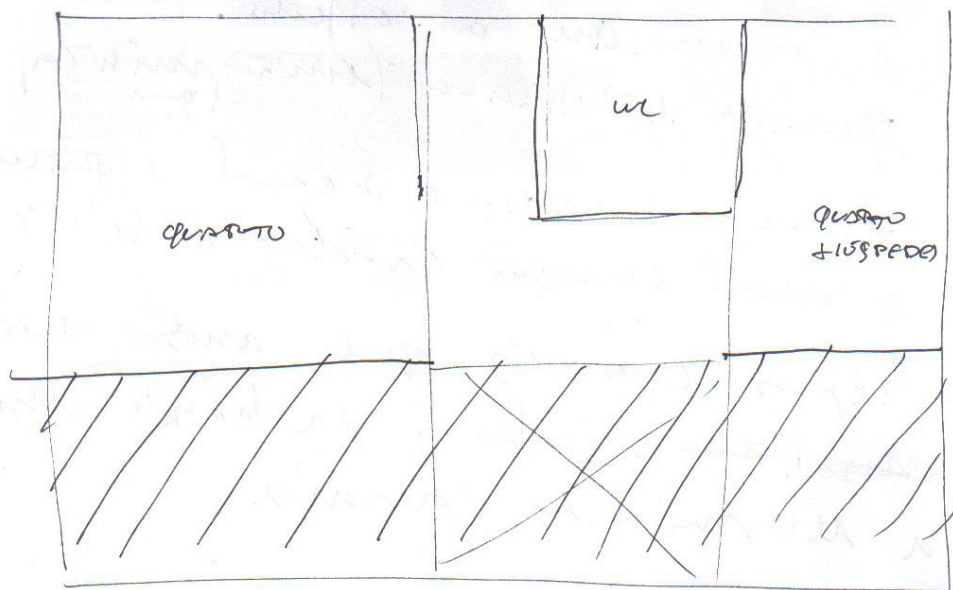
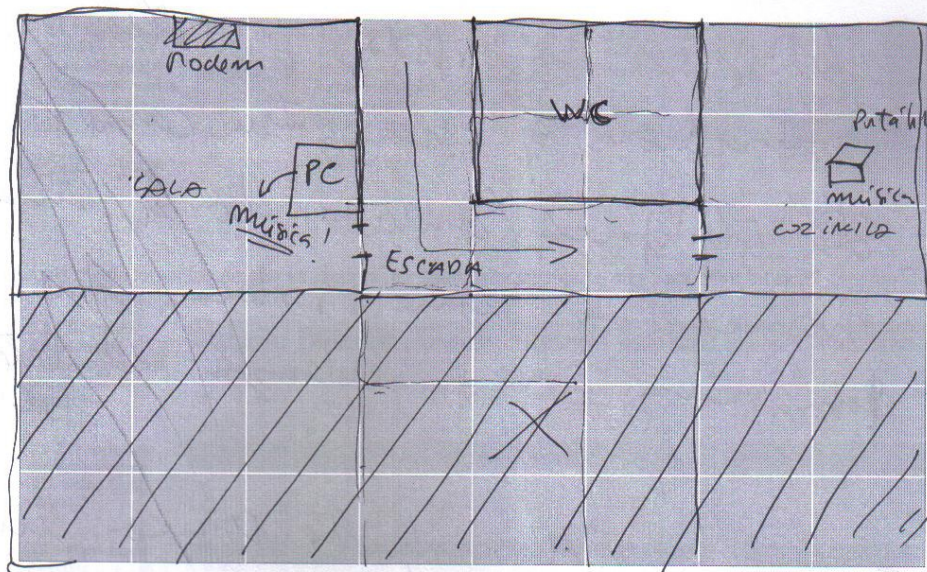
1.1.1 Nome [Sigla]	Szrz	Mário	Antônio				
1.1.2 Grau [familiar/outro]	Namoradz	hospede	Amigo				
1.1.3 Idade	27	27	31				
1.1.4 Sexo	F X M	F M X	F M X	F M	F M	F M	F M
1.1.5 Residente [se respondeu N indicar o número de visitas por semana]	S X N	S X N	S N X	S N	S N	S N	S N
			5				
1.1.7 Utiliza Internet	S X N	S X N	S N	S N	S N	S N	S N

2.2 Descreva a sua casa (Caracterização do espaço físico, funcional e social da casa)

*relativamente
as divisões
São Pequenas*

2.2.1 Nome da divisão	Szrz	coginza	quarto	quarto hospede			
2.2.1 Dimensão [Grande, Média, Pequena]	Gr M Pe X	Gr M Pe X	Gr M Pe X	Gr M Pe X			
2.2.2 Considera um espaço Público, Privado ou Híbrido?	Pú Pr Hí X	Pú Pr Hí X	Pú Pr Hí X	Pú Pr Hí X			
2.2.3 Tipo de atividades que realiza na divisão	Lazer X Trabalho X Funcional	Lazer X Trabalho X Funcional X	Lazer X Trabalho X Funcional X	Lazer Trabalho Funcional X	Lazer Trabalho Funcional	Lazer Trabalho Funcional	Lazer Trabalho Funcional
2.2.4 Regime de acesso pelo próprio [Livre, Condicional, Interdito]?	L C I X	L C I X	L C I X	L C I X	L C I	L C I	L C I
2.2.4 Regime do acesso pelos restantes membros [Livre, Condicional, Interdito]?	L C I X	L C I X	L C I X	L C I X	L C I	L C I	L C I
2.2.4 Membros que diariamente frequentam o espaço	Todos	Todos	Helder Szrz.	Mário			

2.3 Desenhe em planta o esquema da sua casa



3. Caracterização da forma como ouve música em casa.

3.1.1 Frequência
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V
			X

3.1.2 Frequência
com que ouve
música em
exclusividade
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V
			X

3.1.3 Tipo de
actividades que
realiza em simultâneo

Lazer	X
Trabalho	X
Funcional	X

3.2 Quais o equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para ouvir música?

3.2.1 Nome do
equipamento
[Aparelhagem, Ipod,
portátil, telemóvel,
outro]

Fixo	Portátil						
------	----------	--	--	--	--	--	--

3.2.2 Proprietário
do equipamento.
[EU, Nome Sigla,
vários]

Helena	Helder						
--------	--------	--	--	--	--	--	--

3.2.3 Número de
Pessoas que usam
o equipamento
para além de si.

1	1						
---	---	--	--	--	--	--	--

3.2.4 Portabilidade
[Fixo ou Portátil]

F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
X			X										

3.2.5 Divisão da
casa na qual
utiliza o
equipamento ou
se encontra
instalado.
[ordem de
importância]

Sala	Quarto								

3.2.6 Frequência
com que utiliza
este equipamento
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V
			X				X																				

Apêndice 5

Questionário da participante Mariana

Questionário

Artefactos Tangíveis Adaptáveis
Human Computer Interaction
CETAC.MEDIA
Departamento de Comunicação e Arte
Universidade de Aveiro

Data

1. Caracterização do utilizador

1.1 Identificação

1.1.1 Nome B

1.1.2 Idade

1.1.3 Sexo ☒ F ☐ M

1.1.4 Ocupação

1.2 Quais os equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para aceder a serviços e funcionalidades da Internet?

1.2.1 Nome do equipamento
[TV, desktop, portátil, telemóvel, outro]

1.2.2 Proprietário do equipamento.
[EU, Nome Sigla, vários]

1.2.3 Número de Pessoas que usam o equipamento para além de si.

1.2.4 Portabilidade
[Fixo ou Portátil]

F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.2.5 Divisão da casa na qual utiliza o equipamento ou se encontra instalado.
[ordem de importância]

<input type="text" value="sala"/>	<input type="text" value="sala quarto"/>	<input type="text" value="sala quarto"/>	<input type="text" value="todos"/>			

1.2.6 Frequência com que utiliza este equipamento
[mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V				
			<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>												

1.2.7 Utiliza o equipamento em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)?
[Sim, Não]

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B2

1.3 Caracterização dos serviços ou funcionalidades da internet as quais usou pelo menos uma vez nos últimos 15 dias.

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade

a. EMAIL b. SKYPE c. BLOG d. RSS e. TWITTER f. YOUTUBE g. FÓRUNS

1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]

todos	desktop	todos	todos	todos	todos	—

1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]

sala quarto	sala	sala quarto cozinha outros	sala quarto cozinha	sala quarto cozinha	sala quarto cozinha	—

1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V

1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]

S N	S N	S N	S N	S N	S N	S N

sempre ligado

1.3.1 Nome do serviço ou funcionalidade

h. WIKIES i. JOGOS j. FACEBOOK k. RSS l. RADIO m. WWW n. CHAT

skype facebook

1.3.2 Equipamento que usa para aceder ao serviço? [ordem de importância]

/	desktop telemovel	todos	todos	/	todos	todos

1.3.3 Divisão da casa na qual acede ao serviço. [ordem de importância]

	sala quarto casa de banho	=	=	/	=	=

1.3.4 Frequência de uso. [mensalmente, semanalmente, diariamente, várias vezes ao dia]

M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V	M S D V

1.3.5 Acede ao serviço em sessões de curta duração (cerca de 5 minutos)? [Sim, Não]

S N	S N	S N	S N	S N	S N	S N

1.3.1 Nome do
serviço ou
funcionalidade

imessage

o. p. q. r. s. t. u.

1.3.2 Equipamento
que usa para
aceder ao
serviço?
[ordem de
importância]

telefone

1.3.3 Divisão da
casa na qual
acede ao serviço.
[ordem de
importância]

Todos

1.3.4 Frequência
de uso.
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M S D V M S D V M S D V M S D V M S D V M S D V M S D V

1.3.5 Acede ao
serviço em
sessões de curta
duração (cerca de
5 minutos) ?
[Sim,Não]

S N S N S N S N S N S N S N

1.3.1 Nome do
serviço ou
funcionalidade

v. w. x. y. z. aa. ab.

1.3.2 Equipamento
que usa para
aceder ao
serviço?
[ordem de
importância]

1.3.3 Divisão da
casa na qual
acede ao serviço.
[ordem de
importância]

1.3.4 Frequência
do uso.
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M S D V M S D V M S D V M S D V M S D V M S D V M S D V

1.3.5 Acede ao
serviço em
sessões de curta
duração (cerca de
5 minutos) ?
[Sim,Não]

S N S N S N S N S N S N S N

2. Descrição do Ambiente Doméstico

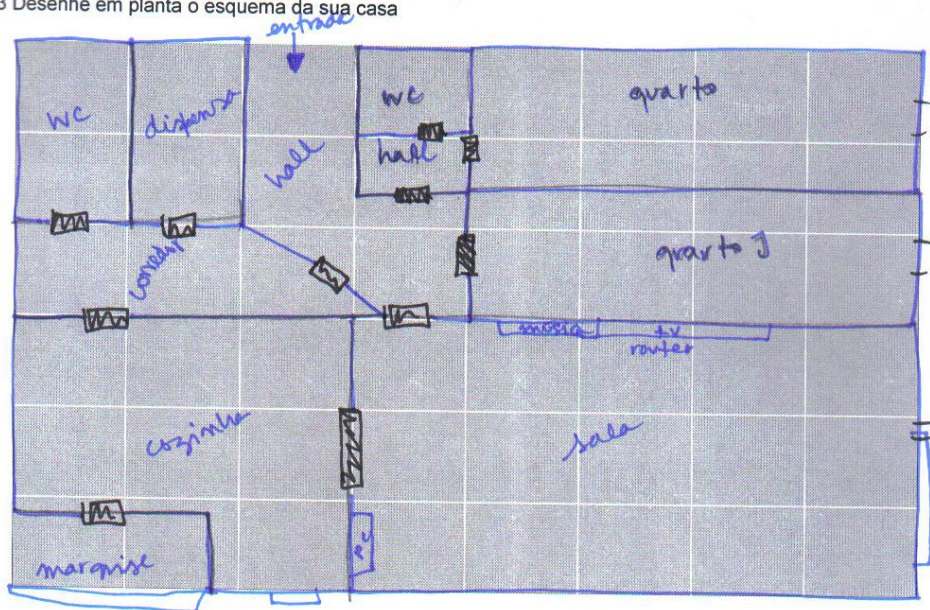
2.1 Membros que compõem o ambiente doméstico

1.1.1 Nome [Sigla]	ev	G	J	AMIGOS	A + A	PAIS	FUNC.
1.1.2 Grau [familiar/outro]		marido	filho	amigo	amigo	pais	limpeza
1.1.3 Idade	33	34	2	varios	33	60-etal	40
1.1.4 Sexo	<input checked="" type="checkbox"/> M	<input checked="" type="checkbox"/> F	<input checked="" type="checkbox"/> M	<input checked="" type="checkbox"/> F	<input checked="" type="checkbox"/> M	<input checked="" type="checkbox"/> F	<input checked="" type="checkbox"/> M
1.1.5 Residente [se respondeu N indicar o número de visitas por semana]	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	S	<input checked="" type="checkbox"/> N	S	<input checked="" type="checkbox"/> N
				1	1	3	3
1.1.7 Utiliza Internet	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	S	<input checked="" type="checkbox"/> N

2.2 Descreva a sua casa (Caracterização do espaço físico, funcional e social da casa)

2.2.1 Nome da divisão	sala	quarto	cozinha	quarto	(dentro do quarto, casa banho)		
2.2.1 Dimensão [Grande, Média, Pequena]	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe	Gr M Pe
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2.2 Considera um espaço Público, Privado ou Híbrido?	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí	Pú Pr Hí
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2.3 Tipo de actividades que realiza na divisão	Lazer	Lazer	Lazer	Lazer	Lazer	Lazer	Lazer
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Trabalho	Trabalho	Trabalho	Trabalho	Trabalho	Trabalho	Trabalho
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Funcional	Funcional	Funcional	Funcional	Funcional	Funcional	Funcional
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2.4 Regime de acesso pelo próprio [Livre, Condicional, Interdito?]	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2.4 Regime do acesso pelos restantes membros [Livre, Condicional, Interdito?]	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I	L C I
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2.4 Membros que frequentam o espaço	ev	ev	ev	ev	ev	ev	
	G	G	G	G	G	G	
	J	J	J	J	J	J	
	Amigo		=	Amigo	Amigo	Amigo	
	pais		=	pais	pais	pais	
	func.		=	func.	func.	func.	

2.3 Desenhe em planta o esquema da sua casa



3. Caracterização da forma como ouve música em casa.

3.1.1 Frequência
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V
			X

3.1.2 Frequência
com que ouve
música em
exclusividade
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V
X			

3.1.3 Tipo de
actividades que
realiza em simultâneo

Lazer	X
Trabalho	X
Funcional	X

3.2 Quais o equipamentos de que se recorda ter usado nos últimos 15 dias para ouvir música?

3.2.1 Nome do
equipamento
[Aparelhagem, Ipod,
portátil, telemóvel,
outro]

aparelhagem ipod	desktop	telemóvel	portátil		
------------------	---------	-----------	----------	--	--

3.2.2 Proprietário
do equipamento.
[EU, Nome Sigla,
vários]

vários	eu	eu	eu	eu		
--------	----	----	----	----	--	--

3.2.3 Número de
Pessoas que usam
o equipamento
para além de si.

2	2	2	1	1		
---	---	---	---	---	--	--

3.2.4 Portabilidade
[Fixo ou Portátil]

F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
X			X	X			X		X				

3.2.5 Divisão da
casa na qual
utiliza o
equipamento ou
se encontra
instalado.
[ordem de
importância]

sala	todos	sala	todos	todos		

3.2.6 Frequência
com que utiliza
este equipamento
[mensalmente,
semanalmente,
diariamente, várias
vezes ao dia]

M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V	M	S	D	V			
			X		X				X				X				X																	

Notas da entrevista:

- Sistema de Aviso em tempo real no iPhone ^{BT} + Facebook.

- Utiliza aparelho de Solos. - Pulse - iPhone.
- Blogs com RSS
- Flipboard - aparelho com Facebook etc., com classificações.

- Telefone - iPhone.

- blog. com comentários + 7 anos
- twitter
- Facebook.
- Youtube

- Utiliza iPhone/iPad em todas as direções da casa.

Entre os familiares não existem condicionamentos do espaço, inclusive as cas de banho etc.

- Aparelho iPhone com comando sempre ligado + do qual a tv.

iPod - dock station

NER - 140 (input com mini jack.)

- Amizade é onipotente e raramente excludente

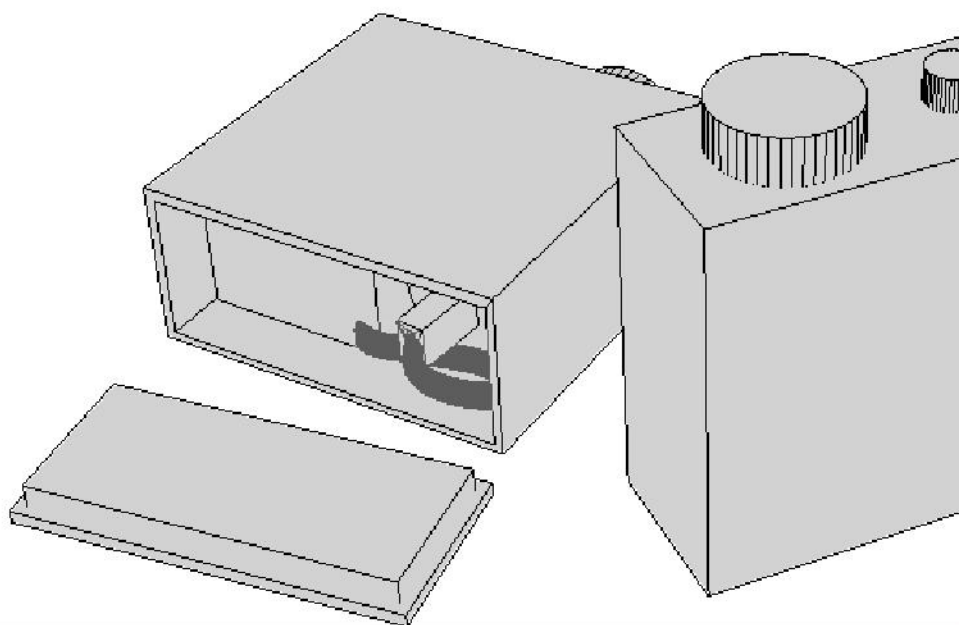
dias + horas disponíveis

Seg. terça quinta sexta.

Apêndice 6

Material de apoio às experiências – Guia Rápido ATA

ata adaptable tangible artifacts



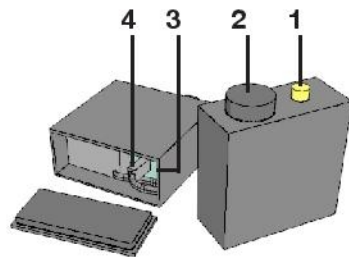
manual de utilização

CETAC.MEDIA

departamento de comunicação e arte

universidade de aveiro

Mário Vairinhos

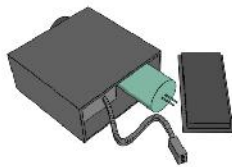


etiqueta descrição esquemática

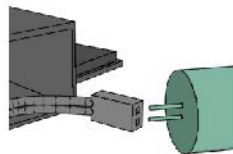
- 1 LED
- 2 piezo
- 3 bateria
- 4 conector da bateria

1. Iniciar o sistema mudança da pilha

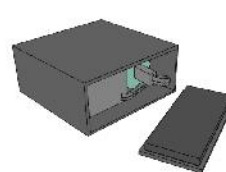
Quando a pilha perde a sua capacidade, o LED (1) pulsa um sinal de cor vermelha 3 vezes. Este aviso ocorre sempre que a etiqueta realizar uma actividade, de forma a avisar o utilizador que terá de proceder à substituição da pilha. A sua vida útil em modo standby e dentro do raio de alcance da estação ATA está estimada em cerca de 15 dias. Este valor diminui consoante a utilização mais intensiva da etiqueta. Uma utilização regular faz diminuir a sua duração para cerca de 5 dias.



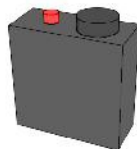
1 Abrir a tampa traseira e retirar a pilha gastada desligando o conector.



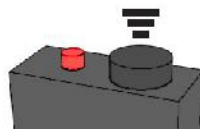
2 Ligar a pilha nova ao conector. **Atenção:** certificar que o pino negro da pilha é ligado à entrada negra do conector!



3 Enrolar o fio do conector e fechar a tampa da etiqueta.



4 Pousar a etiqueta numa superfície estável e plana para dar início ao processo de autocalibração. A luz vermelha acende enquanto o processo de calibração durar.



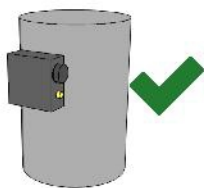
5 Após cerca de 6 segundos um aviso sonoro soar. Caso a calibração não tenha sido completada com sucesso a etiqueta repete novamente este passo.



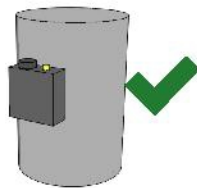
6 Quando por fim é finalizado o processo de calibração do girscópio, o piezo emitirá um aviso sonoro e a luz do LED apaga-se. A etiqueta está pronta a ser usada.

2. Colocação das etiquetas adequação aos objectos físicos

A integração das etiquetas no objectos do mundo físico, dependendo da tipologia de gestos que se pretende implementar, deverá seguir algumas regras em termos do seu posicionamento e orientação. Em regra geral, a etiqueta deverá ser orientada de forma a manter vertical um dos seus 3 eixos. Seguem-se alguns exemplos que ilustram a sua correcta ou incorrecta implementação.



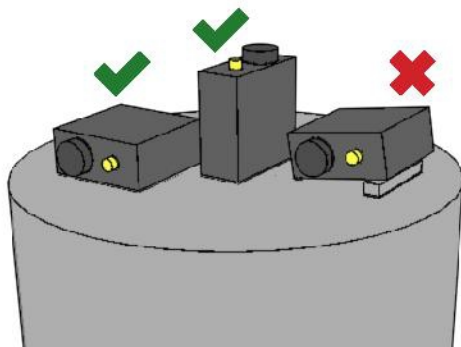
Posionamento correcto. A etiqueta mantém um dos eixos alinhado verticalmente.



Posionamento correcto. A etiqueta mantém um dos eixos alinhado verticalmente.

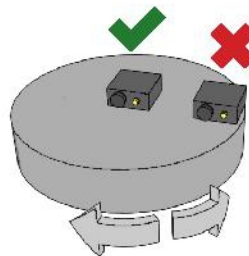


Posionamento incorrecto. A etiqueta está desalinhada com o eixo vertical e deste modo é incapaz de reconhecer os correctamente os gestos

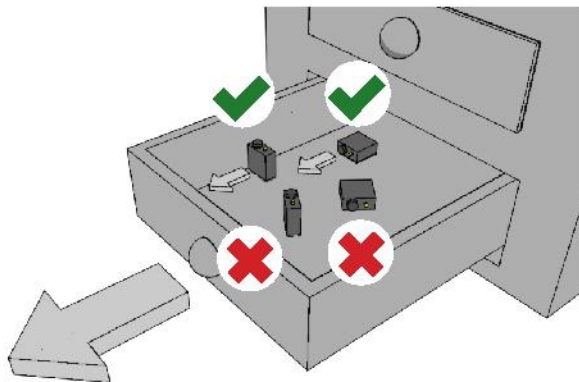


Posionamento correcto. A etiqueta do lado esquerdo e do centro mantém um dos eixos alinhado verticalmente.

Posionamento incorrecto. A etiqueta do lado direito está inclinada relativamente ao eixo vertical.



Quando se pretende reconhecer o gesto de rodar um objecto, a etiqueta deverá estar posicionada, o quanto possível, no centro de rotação do objecto



Posicionamento incorreto. A etiqueta está desalinhada com o eixo vertical e deste modo é incapaz de reconhecer os correctamente os gestos

1

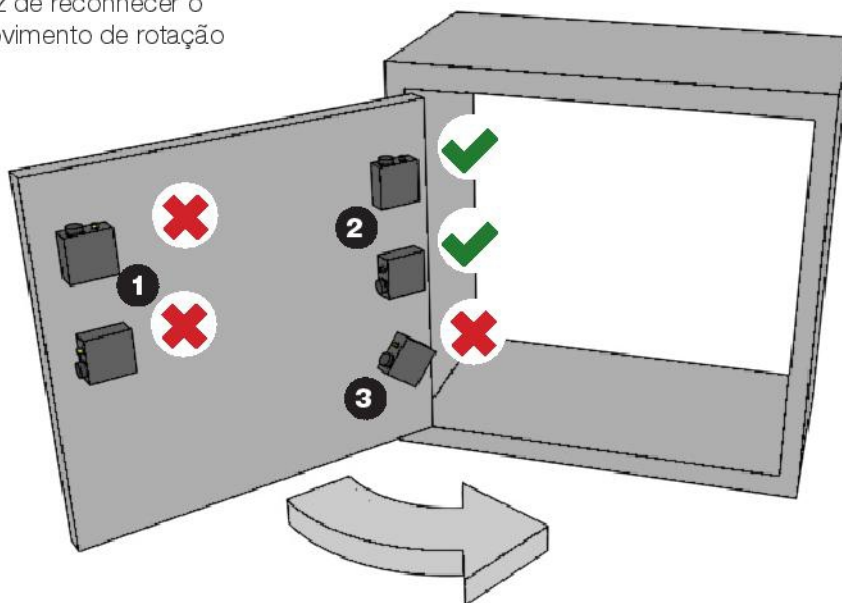
As etiquetas estão alinhadas com o eixo vertical mas estão fora do centro de rotação e deste modo são incapaz de reconhecer o movimento de rotação

2

As etiquetas estão alinhadas com ambos os eixos vertical e de rotação

3

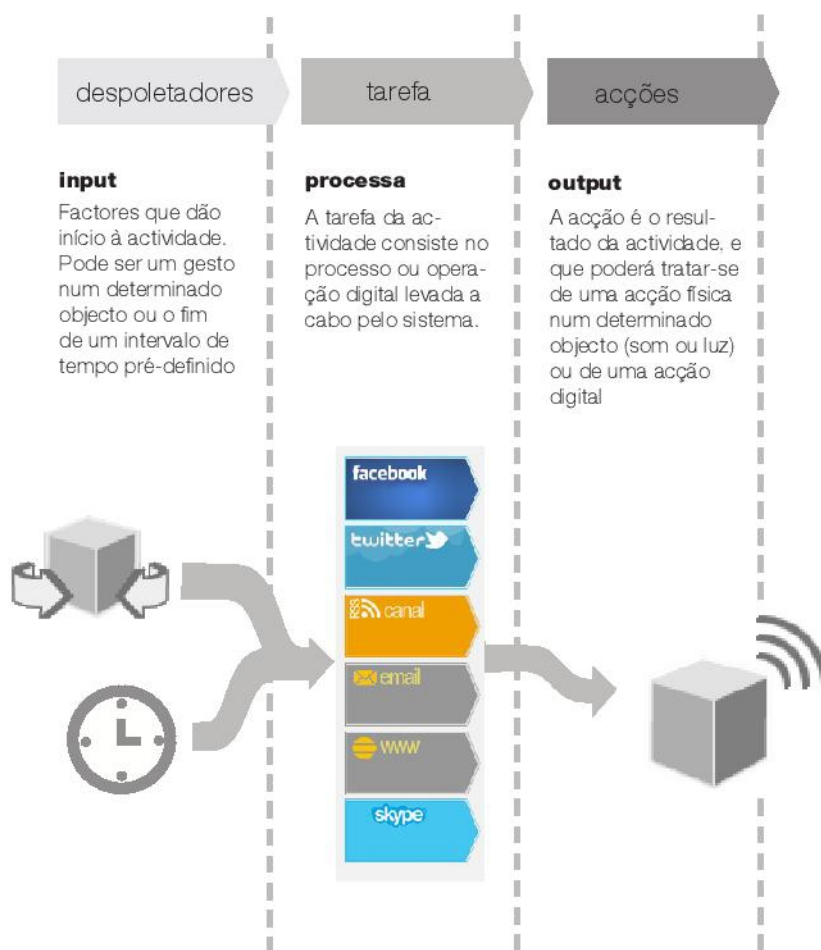
A etiquetas apesar de se encontrar próxima do eixo de rotação ela está desalinhada com o eixo vertical.



3. Personalização do sistema aplicação Backoffice

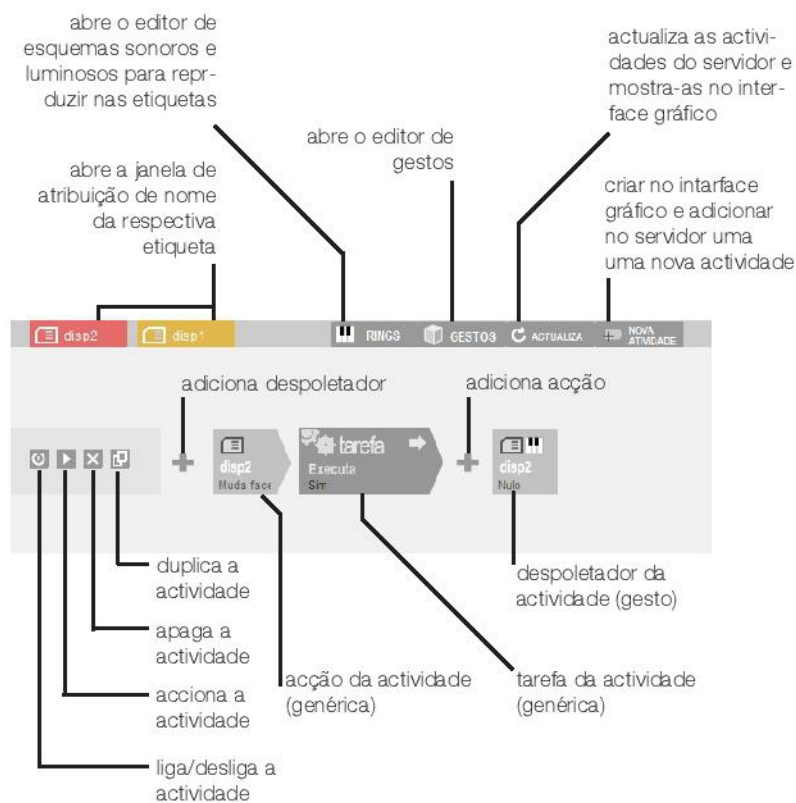
O sistema é configurado em torno do conceito de actividade, o qual, subdivide-se em 3 etapas correspondentes a diferentes momentos de execução.

A primeira etapa consiste nos factores que fazem despoletar uma actividade, dando início à sua execução. Quando se inicia a actividade é processada a *tarefa* relacionada com uma funcionalidade da Internet, como por exemplo, verificar se o utilizador recebeu um email novo de uma determinada pessoa, se alguém está online no skype ou se foi publicado um novo post num blog que o utilizador acompanha regularmente. Caso a tarefa satisfaça as condições previamente estabelecidas são reproduzidas as acções da actividade como é o caso da sinalização de luz/som na etiqueta acoplada ao objecto físico.



3.1. visão geral esquemática aplicação gráfica Backoffice

A aplicação Backoffice é um programa que comunica com o servidor e oferece uma *interface* gráfica "amigável" de forma a que o utilizador consiga personalizar os gestos e as acções que serão levadas a cabo pelas etiquetas. Na barra superior, ao lado esquerdo estão disponíveis os botões de configuração e no ambiente de trabalho da aplicação o espaço onde surgem as actividades criadas pelo utilizador.



3.2. Tipologia de gestos editor de gestos

Três faces da etiqueta estão marcadas com 3 pontos coloridos de cores diferenciadas com vista a facilitar a associação de cada uma das faces com a representação gráfica da aplicação Backoffice.

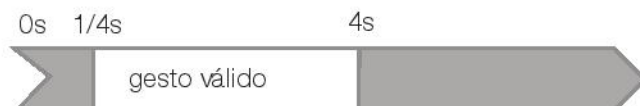
O editor de gestos é o local onde o utilizador define cada gesto que irá ser usado para despoletar as actividades.

Existem regras pré-definidas, que devem ser conhecidas de antemão pelo utilizador antes de poder usar o sistema, e que regem personalização dos gestos. Estas regras permitem ao sistema, até certa medida, distinguir quais os movimentos involuntários resultantes do manuseamento "natural" do objecto (no qual foi aplicado a etiqueta) dos gestos que explicitamente foram definidos pelo utilizador e que devem fazer despoletar acções.

3.2.1 Restrição Temporal.

Desde logo, aplicam-se restrições temporais; caso os sensores de movimento da etiqueta detectem a presença de um gesto de curta duração (menos de 1/4 milissegundos) ou um gesto que dure mais do que 4 segundos, serão descartados e ignorados pelo sistema. Esta janela de segurança temporal evita que sejam dados como válidos pequenos "toques" e vibrações que incidem sobre o objecto ou sobre objectos próximos dele.

Por outro lado, o limite de 4 segundos relativos aos movimentos demasiado longos, associados ao manuseamento funcional do próprio objecto, permite ao utilizador decidir quando é sua intenção fazer despoletar a(s) actividade(s) associadas ao objecto.

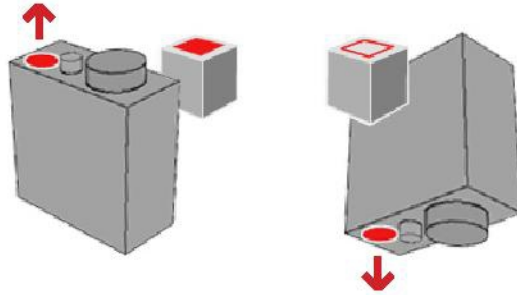


3.2.2 Face superior.

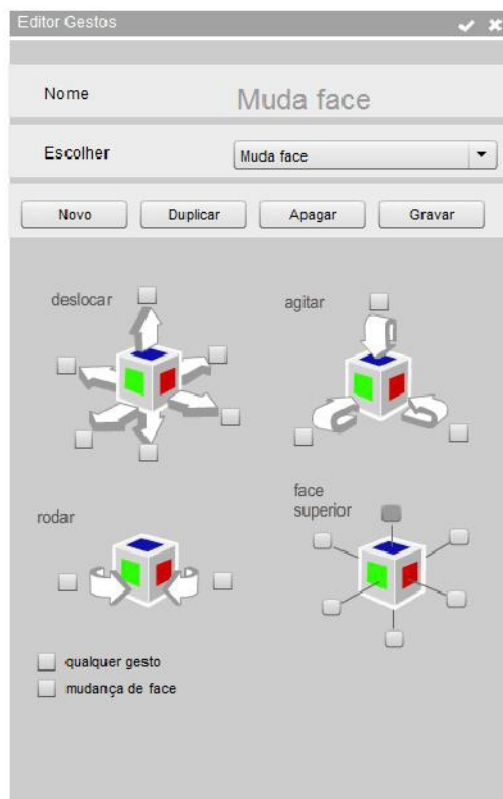
Todo e qualquer gesto definido pelo utilizador está subordinados a uma face superior (a face voltada para cima). Ou seja, sempre que um gesto é personalizado (deslocação, agitar ou rodar) uma face superior da etiqueta terá que ser obrigatoriamente identificada. Por exemplo, se o utilizador quiser definir o gesto de deslocar o objecto da direita para a esquerda, esse movimento só despoletará as suas actividades se a face superior coincidir com a que foi definida inicialmente.

As cores ajudam a identificar e a relacionar a face superior da etiqueta real com a sua representação gráfica. A etiqueta real possui 3 faces pintadas com uma das seguintes cores; vermelho, azul ou verde, a que corresponde na interface gráfica da aplicação ao quadrado pintado com a cor respectiva.

Na interface gráfica da aplicação surge um quadrado com apenas o rebordo pintado, tal significa que a face a que se refere é a face oposta dessa mesma cor. Isto é, se no interface aparecer a face com o rebordo do quadrado pintado a vermelho, pressupõem-se que a etiqueta esteja orientada com pinta vermelha na face inferior.



3.2.3 Editor de gestos



Nome Caixa de texto na qual poderá editar o nome do esquema.

Esquema Lista composta por todos os gestos definidos pelo utilizador e que permite escolher qual o esquema que está ser o objecto de edição.

Novo Botão para criar um novo esquema gestual.

Duplicar Botão para duplicar o esquema.

Apagar Botão para eliminar o esquema.

Gravar Botão enviar e gravar no servidor as alterações efectuadas.

Deslocar Movimento em linha recta ao longo de uma face da etiqueta.

agitar Movimento de agitar numa única direcção em linha recta, ao longo de uma face da etiqueta.

rodar Rodar o objecto num dos sentidos em torno da face superior da etiqueta.

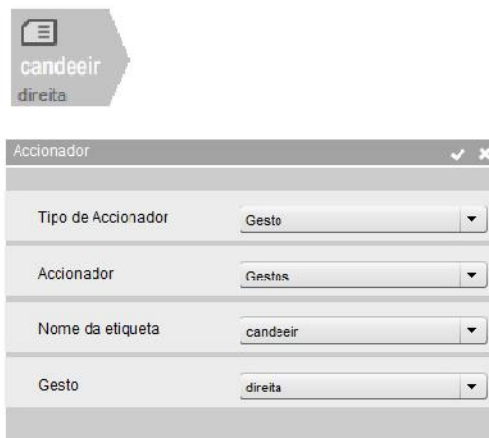
face superior Escolher a face que está voltada para cima quando ocorre qualquer gesto.

qualquer gesto A actividade é despoletada sempre que ocorre um movimento no objecto e a face superior é coincidente.

mudança de face A actividade é despoletada sempre que altera a face superior do objecto.

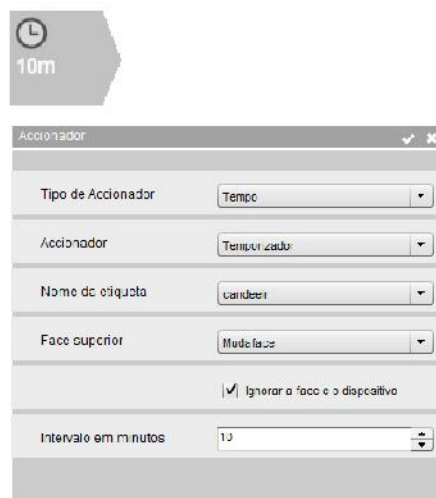
4. Despoletadores accionar a actividade

As actividades podem apenas serem despoletadas a partir de dois tipos de eventos. O primeiro trata-se do caso em que se verifica um dos gestos pertencentes a um dos esquemas gestuais previamente definido no editor. Vejamos um exemplo. A actividade é despoletada quando o objecto que possui a etiqueta "candeeir" sofre acção de um dos gestos definidos no esquema gestual "direita".



A segunda forma de accionar uma actividade é através de intervalos regulares de tempo. Este tipo de despoletador é útil quando pretendemos saber se alguma coisa mudou numa tarefa (email, canal, facebook, etc). No exemplo seguinte, o intervalo de tempo está definido para 10 minutos.

Existe ainda, neste despoletador, a modalidade de fazer depender o seu funcionamento caso o objecto possua uma determinada face voltada para cima. A vantagem desta opção é a do utilizador poder personalizar um objecto em forma cubo, no qual cada face representa uma actividade. Por exemplo, quando uma das faces está voltada para cima o sistema verifica o email, noutra consulta o canal do tempo e verifica se o céu vai estar limpo, noutra se foi publicado um novo *post* num determinado blog, etc.



The image shows a configuration window titled 'Accionador' (Trigger). At the top left, there is a clock icon and the text '10m'. The window contains several settings:

- Tipo de Accionador** (Type of Trigger): Set to 'Tempo' (Time).
- Accionador** (Trigger): Set to 'Temperalizado' (Timed).
- Nome de etiqueta** (Tag Name): Set to 'candeei'.
- Face superior** (Top Face): Set to 'Modo faces'.
- ☒ **Ignorar o face e o dispositivo** (Ignore face and device).
- Intervalo em minutos** (Interval in minutes): Set to 10.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper has a slight shadow on its right side, suggesting it's resting on a surface.

[illegible]

Apêndice 7

Notas de campo

①

João

24 julho, 16h00

① - local onde foi usado o objecto.

- Sala / cozinha.
- Na cozinha ao lado do computador.

cozinha.

para os repetidos, o João
tem na cabeça levar o CPU
para ver TV enquanto for
a repetir e levar também o objecto.

(com a Maria)

- funcionou como notificações:

A parte de interacção com objecto foi mais
intensa do que a de notificações.

- houve situações em que o mood não
foi alterado ~~no~~ explicitamente mas o
estado foi notificado e foi ver/mover
a série.

③ - durante o período de
latência no objeto, o João
~~acordava~~ via outros canais
de estímulos / contexto do sistema.
Permeável um sistema que
funciona como extensão do tele-
receptor.

- A Sara via o objeto como uma
coisa do João e não mexia
e manuseia o objeto.
Quando notifica (uma única)
causa imediata e casual e procura
o canal em que ia dar a série.

- Alguns canais que ambos não
~~analisam~~ tinham na hábito analisar
a determinados canais.

Ambiguidade.

(6)

- Por um lado, o cliente

do skype ~~está~~ em execução
no seu computador não mostra
as alterações feitas no objeto.

(não actualizava o estado →
problema de visibilidade, pois
o estado era ~~definição~~ materialmente
modificado).

- ~~Quando~~, o som relativo

- O João tinha dificuldade em
entender/compreender o som/feedback
relativo a um gesto válido
pelo sistema. Necessária

(agitar,
levantar
abrir,
deslizar)

vezes até ouvir ~~o~~ o som curto (que
que indicava que o gesto ~~era~~ foi
aceite).

⊗ O feedback ~~audível~~ sonoro tem
que ser reformulado.

④ - O João comentou que se fosse ~~avida~~ numa altura em que estivesse a para uma determinada série ("peneira do tempo") a ~~ma~~ ~~utilização~~ teria sido mais intensa.

⑤ - teve grandes dificuldades em usar a funcionalidade de Input, i. e. alterar o estado do seu mood / sketch, através da interação gestural.

→ 1/ "~~a~~ ~~feedback~~ entre "as relações entre o gesto convencional no objeto e o ~~alterar~~ ~~acção~~ no no sketch foi muito ambíguo e ~~inadequado~~ ~~de uma forma~~ ~~canon~~ ~~nece~~ de Interação." - Inibidor

- A adaptação e manutenção de
leis biológicas.

7

Amiigo João, mortuário e
interessado no objecto, quando
vintaram o espaço doméstico.

"isto faz o quê?"

Pedirei para o João explicar
o que ele e como funciona.

Apêndice 8 (DVD ROM)

Código-Fonte do protótipo funcional – Reprodutor de Media Tangível (RMT)

Apêndice 9 (DVD ROM)

Código-Fonte do sistema ATA. Diagramas e ficheiros técnicos.

Apêndice 10 (DVD ROM)

Registo em formato de vídeo do teste exploratório do sistema gestual